

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE BELAS-ARTES



## **Bioplásticos compostáveis na Economia Circular**

João Pedro Farinha Nunes da Costa

Dissertação

Mestrado em Design de Equipamento  
Especialização em Design de Produto

Dissertação orientado pelo Prof. Doutor Paulo Parra e pelo Prof. André Gouveia

2018

## DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Eu João Pedro Farinha Nunes da Costa declaro que a presente dissertação / trabalho de projeto de mestrado intitulada “Bióplásticos compostáveis na Economia Circular”, é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas na bibliografia ou outras listagens de fontes documentais, tal como todas as citações diretas ou indiretas têm devida indicação ao longo do trabalho segundo as normas académicas.

O Candidato

João Pedro Farinha Nunes da Costa



Lisboa, 16 de Fevereiro de 2018

## **(ii) RESUMO**

Os bioplásticos são materiais relativamente recentes, e têm vindo a ser introduzidos em aplicações industriais em substituição dos plásticos comuns, em áreas como embalagens, brinquedos e componentes automóveis. Dentro da grande família de bioplásticos é possível encontrar materiais com várias propriedades, tal como nos plásticos de origem fóssil, no entanto a matéria-prima destes provém de biomassa.

Esta dissertação debruça-se sobre uma categoria de biopolímeros que tem uma característica muito especial, os bioplásticos compostáveis. Estes materiais podem ser biodegradados e reintroduzidos nos solos como fertilizante, fechando o seu ciclo de utilização. Os bioplásticos compostáveis permitem soluções inovadoras para muitos objetos, principalmente embalagens e produtos descartáveis, que são conhecidos por serem de difícil reciclagem, produzirem grandes quantidades de resíduos e serem a maior fonte de poluentes plásticos em ambientes marinhos.

A contextualização da aplicação dos bioplásticos compostáveis no conceito de Economia Circular relaciona-se com o facto desta corrente de pensamento reposicionar a forma como são aplicados os plásticos, enquadrar a aplicação dos bioplásticos e propor um caminho possível para o desenvolvimento de sistemas mais eficazes em torno dos objetos nestes materiais.

O conceito de Economia Circular surge associado à Fundação Ellen MacArthur e aos seus parceiros, como base para a criação de soluções para reduzir os impactos negativos dos sistemas industriais no meio ambiente, com especial enfoque no impacto negativo dos plásticos nos ambientes marinhos. Na Economia Circular existe uma especial preocupação com a eficácia dos sistemas como forma de garantir o melhor aproveitamento possível dos materiais, componentes e produtos. Não é no entanto apenas uma reciclagem mais eficiente. É um conceito que engloba novos modelos de negócio, novas parcerias entre estruturas empresariais, novas prioridades no desenvolvimento de produtos e materiais, e novas abordagens à manutenção, reutilização e reciclagem de objetos. Esta abordagem visa a redução do consumo de matérias-primas, emissões de gases com efeito de estufa e a diminuição dos resíduos produzidos, recorrendo ao projeto de sistemas que permitam manter materiais e objetos em contínuos ciclos de reaproveitamento. O Conceito de Economia Circular identifica vários elementos chave para esta transição e tanto o Design como os bioplásticos são elementos

identificados como cruciais. A Fundação Ellen MacArthur e a consultora de design IDEO, desenvolveram em parceria um conjunto de métodos para facilitar a implementação dos princípios da Economia Circular em projetos de Design. Estas metodologias permitem projetar não só os produtos, mas também a forma como vão ser integrados nos diversos ecossistemas onde estarão presentes ao longo da sua vida.

Os bioplásticos compostáveis apresentam grandes oportunidades para uma sociedade mais sustentável e menos dependente de recursos fósseis. Esta no entanto indústria enfrenta alguns desafios, como a criação de sistemas recolha e reciclagem orgânica mais eficientes, educação do público e a correta comunicação sobre as suas propriedades. O sucesso da aplicação dos bioplásticos compostáveis está dependente das capacidades locais e nacionais de serem seletivamente recolhidos, aceites nos locais de tratamento adequados e do resultado da compostagem poder ser aproveitado, por exemplo para práticas agrícolas. Estes desafios vão para além do desenvolvimento tecnológico e da escala de produção, que já se encontram em avançado estado de implementação.

Os bioplásticos compostáveis por si só não fazem um produto mais sustentável, mas é a sua correta aplicação e planeamento das fases de vida que possibilitam a maior captura de valor.

**Palavras-chave:** Design; Economia Circular; bioplásticos compostáveis; Embalagens;

### **(iii) ABSTRACT**

Bioplastics are a fairly recent material, already being used as a substitute for common plastics in the context of the manufacturing industry, ranging in application from toys, to automobile components and packaging. There are different characteristics within the range of bio-plastics, as in fossil fuel based plastics, but the main difference is that all of them are made of biomass by-products.

This dissertation is about a specific type of biopolymers, compostable bioplastics. This material is biodegradable and can be reused as a soil fertilizer, closing the loop. Compostable bioplastics can be a huge part of an innovative solution to many of the plastic objects we use daily, specially packaging and disposable products, which are extremely hard to recycle and produce large amounts of waste, also being responsible for most of the plastic pollution in our marine environment.

The use of compostable bioplastics in the context of the Circular Economy, relates to the way in which it is rethinking the use of plastics, the framework for the use of bio-plastics and the vision it has created for developing efficient systems regarding objects made of these types of plastic.

Ellen MacArthur Foundation and its partners originated the concept of Circular Economy, as a way of reducing the negative impact of industrial systems in the environment, focusing on the damage of plastic pollution in the marine environment. The Circular Economy isn't just about making recycling more efficient. By ensuring the best use of materials, components and whole products, it broadens the concept to new types of business models, strategic partnerships and new priorities for the development of products, changing the approach to maintenance, reusing and recycling. The goal is to reduce our consumption of raw materials, greenhouse gas emissions and waste, allowing systems to maintain materials and products in an endless closed loop. Circular Economy considers both Design and bio-plastics as key elements for accomplishing this transition, so Ellen MacArthur Foundation in partnership with the Design consultancy IDEO, developed various methodologies to help implement the principles for a Circular Economy in a Design project. This methodology helps not only in designing products, but also in the way they integrate and interact with different contexts during their life span.

Compostable bioplastics, can be a great opportunity to transform our society in becoming more sustainable and less dependent on fossil resources. Industrial systems which use bioplastics, face the challenge of creating efficient systems for collecting waste and organic recycling, educating the public for awareness and communicating effectively the properties and characteristics of this promising material. The success of the assimilation of compostable bioplastics, depends on how well their waste will be selectively collected and taken to the appropriate facilities for their transformation, by local and national authorities and then, how effectively their by-products, such as compost, will be used and integrated for example, on agricultural systems. In fact, these solutions are already possible in terms of technological development and production scale.

To design a sustainable product, using compostable bioplastics isn't enough, for it is it's appropriate use and life cycle design that enable the creation of value.

**Key words:** Design; Circular Economy; compostable bioplastics; packaging;

#### **(iv) AGRADECIMENTOS**

Queria em primeiro lugar agradecer à minha família por todo o apoio e incentivo que me deram durante o processo de desenvolvimento da presente investigação. Aos meus pais Irene e Carlos e ao meu irmão Carlos André, um muito obrigado.

Queria também deixar um agradecimento muito especial à Sofia por me acompanhar nesta jornada sempre com muita compreensão e carinho.

Um grande bem-haja ao Professor Doutor Paulo Parra e Professor André Gouveia, pela confiança e orientação dada durante este processo. Um especial agradecimento aos mesmos pela disponibilidade.

Ao meu colega e amigo João Rocha, um sincero obrigado pelo interesse, apoio e paciência.

# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	(ii)
RESUMO	(iii)
ABSTRACT	(iv)
ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS	(vi)

<b>1 Introdução</b>	<b>8</b>
1.1 Definição do tema	8
1.2 Objetivos	11
1.3 Estrutura da Investigação	12
1.4 Metodologia	14
<b>2 Bioplásticos</b>	<b>16</b>
2.1 O que são “plásticos”	16
2.2 O que são bioplásticos	19
2.2 História dos bioplásticos	20
2.3 Tipos de bioplásticos	23
2.4 Bioplásticos Biodegradáveis	26
2.4.1 Opções de fim de vida	29
2.4.2 Reciclagem	30
2.4.3 Aterro Sanitário	35
2.4.4 Compostagem	36



<b>3 Bioplásticos Compostáveis .....</b>	<b>40</b>
3.1 O que são bioplásticos compostáveis .....	40
3.2 Aplicações dos bioplásticos compostáveis .....	42
3.2.1 Embalagens.....	42
3.2.2 Serviços de <i>catering</i> : .....	45
3.2.3 Agricultura e horticultura .....	47
3.3 Normas, Certificações e rotulagem .....	48
3.3.1 Normas .....	48
3.3.2 Certificação e Rotulagem .....	49
3.3.3 Certificação de compostagem.....	50
3.3.4 Certificação quanto ao conteúdo orgânico .....	55
3.4 Cenários para o fim-de-vida dos bioplásticos compostáveis.....	57
3.5 Estudos de caso.....	59
3.6 Benefícios, ambiguidades e desafios .....	62
3.6.1 Ambiguidades.....	66
3.7 Facilitadores de Ciclos Fechados .....	69
<b>4 Embalagens .....</b>	<b>73</b>
4.1 O que são embalagens .....	73
4.2 Classificação e tipos de embalagem .....	74
4.3 Funções da embalagem.....	77
4.4 Porque se usam plásticos nas embalagens .....	80
4.5 Os plásticos e as embalagens de plástico na economia global. ....	82
4.6 Desvantagens da atual economia dos plásticos .....	84
4.7 Uma nova visão para os plásticos.....	93
4.7.1 Reduzir as perdas de plástico para sistemas naturais .....	96

4.7.2 Dissociar os plásticos das matérias-primas fósseis .....	96
<b>5 Economia Circular .....</b>	<b>100</b>
5.1 O que é a Economia Circular.....	100
5.1.1 O Conceito de Economia Circular.....	102
5.1.2 Os princípios da Economia Circular.....	104
5.1.3 Características da Economia Circular.....	106
5.1.4 Os pilares da Economia Circular .....	110
5.2 Os bioplásticos na Economia Circular .....	117
5.2.1 Aplicações .....	119
5.3 Design na Economia Circular.....	125
5.3.1 O método criado pela IDEO e Fundação Ellen MacArthur.....	129
5.3.2 Estudo de Caso .....	132
5.3.3 Design de embalagens e produtos descartáveis .....	142
5.3.4 Estudos de caso de embalagens na economia circular .....	156
Splosh .....	166
5.4 Síntese dos estudos de caso e das metodologias propostas .....	169
<b>6 Conclusão .....</b>	<b>173</b>
<b>7 Anexos.....</b>	<b>178</b>
7.1 Citações na língua original .....	178
7.2 Entrevistas .....	179
7.3 Diagrama Sistémico da Economia Circular .....	183
<b>8 Bibliografia.....</b>	<b>185</b>
<b>9 Webgrafia .....</b>	<b>188</b>

## (vi) ÍDICE DE FIGURAS E TABELAS

Fig. 1 - Resumo das propriedades dos polímeros consoante a origem;.....	25
Fig. 2- Degradação de copo compostável.....	41
Fig. 3 – Aplicação de filme flexível compostável e tabuleiro de cartão, <b>Bio4Pack</b> .....	43
Fig. 4 - Embalagens alimentares em PLA, <b>European Bioplastics</b> .....	45
Fig. 5 - Contentores e talheres em bioplástico compostável, <b>Evan Frost, MPR News</b> .46	
Fig. 6 - Figura X – Processo de decomposição de um garfo compostável.....	46
Fig. 7 – Técnica de mulching .....	47
Fig. 8 - European Bioplastics, Seedling Logo .....	50
Fig. 9 - DIN CERTCO, Industrial Compostable logo. ....	53
Fig. 10 - Vinçotte, OK-compost .....	53
Fig. 11 - BPI US Composting Council, Compostable.....	53
Fig. 12 - DIN CERTCO, Din Certco Home Compostable .....	54
Fig. 13 - Vinçotte, OK home compostable .....	54
Fig. 14 - BPI US Composting Council, Compostable.....	54
Fig. 15 - DIN CERTCO, <b>Din Certco Biobased</b> .....	55
Fig. 16 - Vinçotte, <b>OK biobased</b> .....	56
Fig. 17 - Frutos de tomateiro suportados por clip biodegradável.....	64
Fig. 18 – Sacos do lixo degradáveis .....	69
Fig. 19 - Embalagem primária para café. ....	74
Fig. 20 - Embalagem primária para snacks. ....	75
Fig. 21 - Embalagens secundárias para cápsulas de café. ....	75
Fig. 22 - Embalagem terciária .....	76
Fig. 23 - Boeing Dreamliner.....	82
Fig. 24 - Crescimento da produção de plásticos 1950 – 2014.....	83

Fig. 25 – Perda de valor das embalagens de plásticos após uma utilização .....	85
Fig. 26 – Fluxo global dos materiais plásticos das embalagens em 2013 .....	87
Fig. 27 - Fundação Ellen MacArthur, <b>Diagrama Sistémico</b> (2017).....	103
Fig. 28 – Esquema do processo de cascata. ....	109
Fig. 29 - Saco compostável para separação de resíduos orgânicos domésticos .....	121
Fig. 30 - Etiquetas autocolantes compostáveis para fruta .....	122
Fig. 31 – Cápsulas de café compostáveis. ....	123
Fig. 32 - Parte do portfólio da BASF de resinas aplicáveis em artigos compostáveis para utilização em catering.....	124
Fig. 33 - <i>Agency of Design, The Optimist</i> , (2016) .....	135
Fig. 34 - <i>Agency of Design, The Optimist</i> , (2016) .....	136
Fig. 35 - <i>Agency of Design, The Pragmatist</i> , (2016) .....	138
Fig. 36 - <i>Agency of Design, The Pragmatist</i> , (2016) .....	138
Fig. 37 - <i>Agency of Design, The Realist</i> , (2016) .....	140
Fig. 39 - Fluxos Circulares, <b>IDEO e Fundação Ellen MacArthur</b> , 2016.....	144
Fig. 41 - Processo para transformação de um produto em serviço.....	148
Fig. 42 - Processo para transformação de um produto em serviço.....	148
Fig. 43 - Processo de criação do propósito e mensagem da marca. ....	151
Fig. 45- Processo de crescimento do Ecovative dentro de moldes.....	159
Fig. 46 - Vaso feito com o material Ecovative .....	158
Fig. 47- Embalagem protetora Ecovative para garrafa de vidro.....	159
Fig. 48 – Copo compostável da marca CBPack .....	161
Fig. 49 – Produtos Evoware e aplicações .....	164
Fig. 50 – Aplicação do material Evoware em embalagem de Waffles.....	164
Fig. 51 - Embalagens do detergente Splosh .....	167
Fig. 52 - Gama de embalagens Splosh e respetiva embalagem de transporte .....	168

Tabela 1 - Funções da embalagem .....	78
Tabela 2 - Enquadramento e funções da embalagem .....	79
Tabela 3 - Resumo das fases, métodos e ferramentas de trabalho propostos pela IDEO. .....	143
Tabela 4 - Tipos de revalorização de resíduos. ....	145
Tabela 5 - Processos de reaproveitamento de materiais .....	146

Capítulo 1  
**INTRODUÇÃO**

# 1 Introdução

## 1.1 Definição do tema

É conhecida a pressão exercida sobre o nosso planeta, levando a que sejam necessários diferentes hábitos de consumo, a diminuição da quantidade de matérias-primas extraídas e de poluentes libertados para o meio ambiente. Os recursos fósseis como o petróleo e o gás natural são a base para a produção de energia e de muitos materiais dos quais dependemos. Este tipo de recursos é finito e o ritmo acelerado a que são consumidos, vai por um lado limitar o acesso às comodidades que deles são feitas e por outro aumentar o seu valor. Os materiais políémicos feitos a partir de matérias-primas fósseis, como os plásticos, serão inevitavelmente afetados pela escassez das mesmas. Paradoxalmente estes materiais são cada vez mais aplicados nos objetos que nos rodeiam, desde escovas dos dentes, a embalagens de alimentos, produtos eletrónicos, carros e aviões, sendo improvável que a sua aplicação cesse num futuro próximo.

De uma forma abrangente os plásticos permitem poupar recursos e evitar emissões de gases com efeito de estufa. Por exemplo a aplicação dos plásticos em embalagens permitiu que os produtos possam ser conservados por mais tempo e tornou seu transporte mais eficiente, por reduzir o peso das mesmas. Quando comparados, por exemplo, copos de iogurte em vidro e em plástico, para a mesma quantidade de produto, é óbvia a diferença de peso da embalagem.

A disseminação das embalagens descartáveis de plástico tem no entanto um revés muito negativo, a quantidade de resíduos produzidos é enorme. Apesar dos programas de reciclagem introduzidos desde os meados dos anos 60, apenas 14% da quantidade total de plásticos aplicados em embalagens é redirecionado para reciclagem, de onde 4% são perdidos durante o processo (p. ex.: transporte, triagem, etc), 8% são reciclados em aplicações de baixo valor e só 2% são efetivamente reciclados em aplicações de qualidade igual ou semelhante aos objetos que lhe deram origem. Ou seja apenas 76% dos plásticos aplicados em embalagens e produtos descartáveis a nível mundial é incinerado, perdido para o meio ambiente ou depositado em aterros.

A insustentabilidade da situação atual é premente e várias iniciativas, políticas e científicas, têm proposto soluções para o problema. Entre estas estão as metas de emissões

de CO<sup>2</sup>, os incentivos às energias renováveis e mais recentemente à bio-economia<sup>1</sup> e Economia Circular.<sup>2</sup>

Os bioplásticos são uma parte da solução para este problema, pois permitem a dissociação parcial das fontes fósseis de matéria-prima, têm o potencial de gerar menos emissões de CO<sup>2</sup> e no caso dos bioplásticos compostáveis possibilitam fins-de-vida alternativos com a integração dos materiais em ciclos biológicos.

Como os bioplásticos têm origem em biomassa, é possível uma dissociação direta de matérias-primas fósseis. No entanto para se cultivar a matéria-orgânica que vai dar origem aos bioplásticos são necessários agroquímicos, tal como combustíveis fósseis que vão alimentar a maquinaria aplicada nas culturas, assim a dissociação total é ainda impossível. Com a evolução tecnológica e de novas culturas é possível que se venha a depender cada vez menos destes recursos para a prática agrícola. Outra perspetiva promissora para a produção de bioplásticos são as águas residuais urbanas<sup>3</sup>, e resíduos alimentares provenientes de supermercados, restaurantes e etc.<sup>4</sup>

As vantagens que estes materiais apresentam comparativamente com os plásticos convencionais não se encontram só no material em si, mas na integração destes nos sistemas de tratamento de resíduos, pois os bioplásticos compostáveis só são benéficos quando tratados corretamente, nomeadamente em instalações de compostagem industrial. Estes bioplásticos, com raras exceções, não se degradam nos ambientes naturais sem o tratamento prévio.

É nas embalagens de alimentos que estes materiais apresentam maiores vantagens, pois permitem capturar o valor do seu conteúdo, quando impróprios para consumo ou já

---

<sup>1</sup> Por «bioeconomia» entende-se uma economia que utiliza os recursos biológicos da terra e do mar, bem como os resíduos, como fatores de produção de alimentos para consumo humano e animal e de produção industrial e de energia. Abrange também a utilização de processos de base biológica com vista a permitir indústrias sustentáveis. In COMISSÃO EUROPEIA – Press Release Database. [Em linha] Bruxelas, 13 Fevereiro 2012 [Janeiro de 2018] **Comissão propõe estratégia para uma bioeconomia sustentável na Europa**. Disponível em: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-12-124\\_pt.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-124_pt.htm)

<sup>2</sup>COMISSÃO EUROPEIA – Press Release Database. [Em linha] Estrasburgo, 16 Janeiro 2018 [20 Janeiro de 2018] **Resíduos de materiais plásticos: uma estratégia europeia para proteger o planeta, defender os nossos cidadãos e capacitar as nossas indústrias**. Disponível em: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-18-5\\_pt.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-5_pt.htm)

<sup>3</sup> PITTMANN, Timo – **Biopolymers from municipal waste water treatment plants**. Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. Vol. 12, Número 2 (2017), p. 20 e 21.

<sup>4</sup> RONDÁN, Escrig Chelo – **Give waste a chance**. Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. Vol. 12, Número 2 (2017), p. 40 e 41.



consumidos, e da própria embalagem. Para tal é necessário haver uma separação e tratamento corretos.

Esta captura de valor está relacionado com o reaproveitamento dos materiais. No caso das embalagens compostáveis e do seu conteúdo, os bioplásticos compostáveis permitem que ambos possam ser transformados em composto e/ou biogás sem separação prévia. Os produtos alimentares embalados com plásticos convencionais têm que ser separados da embalagem antes do processo de reciclagem dos polímeros e de reciclagem orgânica do seu conteúdo. É possível compreender que no projeto de objetos onde sejam aplicados bioplásticos compostáveis é preciso ter em conta a necessidade de um fim-de-vida apropriado.

A Economia Circular é um conceito criado e disseminado pela Fundação Ellen MacArthur<sup>5</sup>, e procura responder aos problemas atrás referidos. Esta visão propõe que o planeamento correto das várias fases de um produto (fabrico - utilização - descarte - revalorização), permite que os objetos, componentes e materiais sejam mantidos em circulação entre várias utilizações, eliminando o conceito de desperdício.

A eliminação do desperdício é central no conceito de Economia Circular e leva à mudança do esquema de ‘extrair, produzir, usar e descartar’, caracterizado por gerar grandes quantidades de desperdício, para um modelo de continua circulação de materiais, em que depois da utilização é obrigatório que tudo seja revalorizado voltando aos ciclos de produção. O contínuo reaproveitamento destes permite diminuir a necessidade de extrair novas matérias-primas virgem, de emissões de gases com efeito de estufa e de produção de lixo. A mesma entidade identifica diversas formas de o fazer, e vão desde modelos circulares de negócio, a criação de novas parcerias ente empresas e entidades

---

<sup>5</sup> A Fundação Ellen MacArthur, fundada pela circum-navegadora britânica Ellen MacArthur, depois de ter completado a circum-navegação a solo mais rápida de sempre, e de ter observado em primeira mão a poluição marinha e os seus impactos. Fundada em 2010, com sede no Reino Unido, objetivo da fundação é facilitar e incentivar a transição para a Economia Circular. Para isso tem desenvolvido parcerias com diversas empresas multinacionais com a Danone, Google, H&M, Nike, IntesaSanPaolo, Philips, Renault Solvai, Unilever e a IDEO como consultora na área do design. O trabalho desenvolvido até hoje tem sintetizado o conhecimento existente sobre a Economia Circular, e publicado diversos relatórios sobre o impacto em diversas áreas como Educação, Políticas para a sustentabilidade e negócios. As análises disponibilizadas pela Fundação foram da maior relevância para o desenvolvimento desta dissertação. In Ellen MacArthur Foundation – **About** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation [Consult. em Outubro 2017] Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/about>

públicas até ao redesign dos objetos para que sejam de fácil manutenção, desmontagem e reciclagem.

O Design é identificado como pilar desta nova economia, pela necessidade de serem desenhados novos produtos, adaptados às necessidades dos utilizadores e ao mesmo tempo aos princípios da Economia Circular. Associado a isto a Fundação Ellen MacArthur e a IDEO<sup>6</sup> criaram uma lista de métodos e ferramentas para auxiliar o desenvolvimento de produto, nas várias fases de projeto, inclusive uma seleção para o projeto de embalagens e produtos descartáveis, tipologias de objetos que vão ser analisados na presente dissertação.

Face ao panorama global das consequências ambientais da atividade humana, do consumo de recursos naturais e lixo produzido, a indústria dos bioplásticos posiciona-se como parte da resposta para uma sociedade ambientalmente mais responsável. Estes materiais são identificados como elementos-chave na transição para uma economia mais sustentável e circular. No entanto não é ainda claro que estes materiais sejam a resposta definitiva aos problemas gerados pela indústria dos plásticos.

É esta tríade - Bioplásticos compostáveis, Economia Circular e Design - que vai ser abordada na presente dissertação com enfoque na área das embalagens e produtos descartáveis.

## 1.2 Objetivos

O termo Bioplástico pode ser ambíguo do ponto de vista do consumidor, e naturalmente o termo “bio” hoje aplica-se a muitos outros produtos que vão desde a alimentação aos detergentes. No caso dos bioplásticos, este prefixo cria expectativas em relação ao que será um plástico “bio”. A particularidade de alguns destes materiais se biodegradarem mediante determinadas condições é uma característica que aproxima estes

---

<sup>6</sup> A IDEO é uma empresa consultora internacional de design, fundada em Palo Alto, Califórnia, em 1991. A empresa tem escritórios em Boston, Chicago, Londres, Munique, Nova Iorque, Palo Alto, São Francisco, Xangai, Singapura e Tóquio. A IDEO é conhecida por utilizar o *design thinking* no desenvolvimento de produtos, serviços e experiências digitais. **IDEO**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017. [Consult. 21 ag. 2018] Disponível em: WWW: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/IDEO>>

materiais do comportamento da natureza. Com esta investigação pretende-se compreender o que são os bioplásticos e que alterações podem eles trazer aos objetos, em específico embalagens e produtos descartáveis.

É assim importante compreender o que são os bioplásticos, as suas características, limitações e legislação associadas.

Esta dissertação pretende enquadrar os bioplásticos compostáveis na prática de Design com especial relevo para o contexto das propostas da Economia Circular. Assim vai identificar e analisar as metodologias aplicáveis ao Design propostas pela IDEO e Fundação Ellen MacArthur.

A análise de casos de estudo relevantes vai permitir compreender a aplicabilidade destas metodologias e materiais no contexto acima referido.

### **1.3 Estrutura da Investigação**

Esta dissertação é composta por 9 capítulos, dos quais o 1º, o 7º, 8º e 9º dizem respeito à introdução, anexos, bibliografia e webgrafia respetivamente.

É no capítulo 2 que começa o desenvolvimento do tema da investigação. Neste capítulo são apresentados os bioplásticos e o grupo de materiais a que pertencem, começando por se definir o que são bioplásticos, a sua história e os três grandes grupos destes materiais. Mais à frente faz-se a distinção de um deles, os biodegradáveis, expondo as suas propriedades e aplicações.

Os bioplásticos compostáveis, que são o foco da presente dissertação, são bioplásticos biodegradáveis, e são abordados no terceiro capítulo. Neste aborda-se em maior detalhe as suas características, aplicações, opções de fim-de-vida, legislação e normas associadas aos mesmos. São expostos os benefícios destes materiais, tais como os desafios que enfrentam e as ambiguidades em torno dos mesmos.

No quarto capítulo é tratada a temática das embalagens. As embalagens de plástico, como produtos descartáveis, quando em fim-de-vida útil não são devidamente

tratadas, tornam-se contaminantes muito poluentes. Neste capítulo apresentam-se as características das embalagens, as vantagens de utilizar plásticos de origem fóssil para o seu fabrico, tal como as partes negativas associadas aos mesmos. No final do mesmo apresenta-se o ponto de vista da Economia Circular sobre estes objetos.

O quinto capítulo trata a Economia Circular, onde se começa por introduzir o conceito, para de seguida definir os seus princípios, características e pilares. O Design é um dos pilares desta visão, e como tal o tema é tratado com maior profundidade, sendo apresentado um estudo de caso onde se mostra o impacto que os princípios circulares têm no desenvolvimento de projeto. De seguida é apresentada a visão da Economia Circular sobre os bioplásticos. Apresentadas as vantagens destes materiais, no seio dos princípios do tema principal do capítulo, são caracterizadas as metodologias propostas pela IDEO e Fundação Ellen MacArthur para o projeto de embalagens e produtos descartáveis. Com estudos de caso são demonstradas aplicações práticas dos métodos e ferramentas apresentados anteriormente. O capítulo termina com esta síntese. Por último, no âmbito do 7º capítulo, são apresentadas as conclusões extraídas da investigação realizada.

## 1.4 Metodologia

A metodologia adotada para a realização deste estudo teve por base a recolha de informação bibliográfica sobre os assuntos pertinentes face aos temas a tratar. Os assuntos chave como as características dos bioplásticos, especificamente os compostáveis, as possibilidades de fim-de-vida e a importância dos contextos em que são aplicados, são temas relativamente recentes e com pouca bibliografia publicada, e sendo a maior parte desta de carácter especializado para áreas como a engenharia dos materiais. Pela dificuldade em se encontrar material bibliográfico e de fontes credíveis, a comparência na conferência da especialidade *Bioplastics Business Breakfast* (que decorreu nos dias 20 a 22 de Outubro de 2016 em Dusseldorf, Alemanha) proporcionou um contacto direto com casos de sucesso de aplicações destes materiais, bem como a tomada de conhecimento de fontes para a investigação.

Durante as conversas informais tidas no evento com representantes de várias empresas e organismos ligados à indústria dos bioplásticos a tónica foi-se orientando para a contextualização da aplicação destes materiais no contexto da Economia Circular, dado que era uma referência para muitos dos palestrantes.

As metodologias aplicáveis ao projeto de produtos, em particular as embalagens e objetos descartáveis, por serem aqueles onde o recurso a estes materiais é mais pertinente, surgem no contexto dos estudos feitos pela Fundação Ellen MacArthur e os seus parceiros na área da sustentabilidade e promoção de uma nova visão para a solução dos problemas causados pela poluição dos plásticos.

A pesquisa destes temas foi feita com base em documentos publicados *on-line* por ser uma das formas de divulgação escolhida pelos mesmos organismos, onde foi possível encontrar documentos extensos sobre os temas.

Não bastando a consulta de sítios na internet, foram também levadas a cabo entrevistas com pessoas com experiência na área de resíduos Sra. Paula Norte, gestora de operações do departamento de Gestão de Resíduos da Sociedade Ponto Verde e Eng. Rui Berkemeier engenheiro do ambiente e especialista em resíduos da associação Zero.

A utilização de exemplos de casos de estudo permitiu a apresentação de aplicações bem-sucedidas dos pressupostos apresentados nesta dissertação.

Capítulo2  
**BIOPLÁSTICOS**

## 2 Bioplásticos

### 2.1 O que são “plásticos”

A palavra “plástico” deriva do termo Grego *plastikos*, que significa “capaz de ser moldado”.<sup>7</sup>

O termo “plástico” não deve ser confundido com a propriedade de alguns materiais sofrerem deformação plástica – ou seja uma mudança permanente de forma, sem quebra, quando sujeitos a determinada tensão, mantendo a deformação depois de as forças aplicadas já não estarem presentes.

Esta propriedade pode ser verificada em muitos materiais, como por exemplo metais ou até argilas frescas, que podem ser moldados à mão, sem que partam, mantendo a nova forma mesmo depois de já não estar a ser exercida nenhuma força. Estes materiais no entanto não são plásticos, e por contraste alguns plásticos cedem ainda antes de sofrerem o tipo de deformação plástica. Na classe dos polímeros moldáveis, a capacidade plástica existe em fases onde é possível moldá-los de tal forma que o seu nome deriva dessa propriedade específica. Durante o seu fabrico os plásticos tornam-se tão maleáveis que podem sofrer diversos processos de transformação como injeção em moldes, extrusão ou termoformados por sopro ou vácuo.<sup>8</sup>

Os plásticos fazem parte de um grupo de materiais chamados polímeros. Os polímeros são uma família muito grande de compostos e materiais, que se caracterizam por serem moléculas muito grandes - macromoléculas - constituídas por unidades estruturais menores – os monómeros. Os monómeros estão dispostos no polímero, de forma repetida, um após o outro como pérolas num colar. As reações que unem os monómeros são as reações de polimerização.<sup>9</sup>

Todos os plásticos são polímeros mas nem todos os polímeros são plásticos, na natureza existem polímeros que ocorrem de forma natural, como as proteínas, o ADN (

---

<sup>7</sup> **Plástico.** In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018, rev. 25 Agosto 2018. [Consult. 25 ago. 2018]. Disponível em WWW:<<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Pl%C3%A1stico&oldid=52980698>>.

<sup>8</sup> Ibid. Ibidem

<sup>9</sup> Ibid. Ibidem

ácido desoxirribonucleico – composto orgânico que contém a informação genética de cada ser vivo<sup>10</sup>) o algodão, a ceda, o cabelo, chifres ou as resinas naturais, que são comuns em animais e plantas. Os plásticos não ocorrem de forma natural, são feitos pelo homem, e são também designados por resinas sintéticas<sup>11</sup>.

O que caracteriza uma resina sintética, são as suas características – são sólidos ou líquidos viscosos capazes de endurecer permanentemente, insolúveis em água, a maior parte solúveis em álcool, óleos essenciais, éter ou óleos quentes, amaciando ou derretendo sob a influência do calor, não capaz de sublimação e quando entram em combustão produzem uma chama brilhante mas fumegante. Estas características são semelhantes às das resinas naturais, no entanto são quimicamente muito diferentes, para além de serem produtos de síntese química, a grande maioria é feita a partir de materiais de origem fóssil – petróleo ou gás natural. O tamanho e estrutura da molécula do polímero determinam as propriedades do material plástico.<sup>12</sup>

Os plásticos são normalmente divididos em duas grandes categorias:

Termoendurecíveis: São o tipo de plásticos que só podem ser moldadas uma única vez. Um termoendurecível é um polímero que se torna irreversivelmente rígido após um processo químico a que se chama “cura”. O processo de cura é causado pela ação de calor ou por radiação apropriada (p.ex. radiação ultra violeta) e pode ser promovido pela presença de um catalisador, dependendo do polímero. O resultado é o endurecimento da substância, transforma-a num plástico, provocado pela extensa ligação entre as cadeias dos polímeros, criando uma matéria infusível e insolúvel. A cura de uma resina, por reticulação ou extensão da cadeia dá-se através da formação de ligações covalentes entre

---

<sup>10</sup> **Ácido desoxirribonucleico**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. [Consult. 30 jul. 2018]. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%81cido\\_desoxirribonucleico&oldid=52791109](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%81cido_desoxirribonucleico&oldid=52791109)>

<sup>11</sup> Apesar do termo resina se referir ao tipo de materiais que se extrai de certas árvores como o pinheiro, a noção de resina também é usada para designar substâncias sintéticas fabricadas pelo homem e que apresentam propriedades semelhantes às resinas vegetais.

**Resina sintética**: substância preparada por síntese para fabrico de plásticos - **resina** in Dicionário infopédia da Língua Portuguesa [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2018. [consult. 2018-08-22 20:46:16]. Disponível na Internet: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/resina>

<sup>12</sup> **Synthetic resin**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. [Consult. 30 jul. 2018]. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic\\_resin](https://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic_resin)>



as cadeias individuais do polímero. A densidade das ligações cruzadas varia consoante a mistura de monômero ou pré-polímero, e o mecanismo de reticulação ou catalisador.<sup>13</sup>

Nestes materiais o processo de conformação da matéria é irreversível, ao contrário do que acontece com os materiais termoplásticos, em que o reaquecimento do material acima de determinadas temperaturas permite a sua reconfiguração.<sup>14</sup>

Não é possível alterar a forma dos polímeros termoendurecíveis, depois da cura, pois o aumento da temperatura vai promover a sua degradação sem que entrem num estado maleável. Este facto faz com que não sejam recicláveis mecanicamente (o processo de reciclagem mecânica vai ser abordado mais à frente no capítulo ‘Opções de fim de Vida’ na página 30).

Exemplos destes materiais são a Baquelite, os poliuretanos (PU), poliacetato de Etileno Vinil (EVA), resinas poliésteres, resinas fenólicas e resinas epóxi.<sup>15</sup>

Termoplásticos: Um polímero, resina ou plástico termoplástico, caracteriza-se pela capacidade de se tornar flexível ou moldável quando aquecido, acima de uma determinada temperatura, e de ficar rígido quando arrefece. Este fenómeno dá-se porque as forças intermoleculares que ligam as cadeias de polímeros, enfraquecem rapidamente com o aumento de temperatura, mudando do estado sólido para um líquido viscoso. Este processo pode ser repetido diversas vezes, sem alterar as propriedades e aspeto do material, permitindo que sejam recicláveis apenas com a aplicação de calor.<sup>16</sup>

É nesta categoria que se inserem a maioria dos polímeros de que são feitos os objetos plásticos presentes no nosso dia-a-dia, tal como a generalidade dos bioplásticos compostáveis, os materiais abordados na presente dissertação.

---

<sup>13</sup> **Cross-link**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha] Flórida: Wikimedia Foundation, 2018 [Consult. 30 jul. 2018] Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-link>>

<sup>14</sup> **Thermosetting polymer**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha] Flórida: Wikimedia Foundation, 2018 [Consult. em 20 jul. 2018] Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Thermosetting\\_polymer](https://en.wikipedia.org/wiki/Thermosetting_polymer)>

<sup>15</sup> **Termofixos**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha] Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. [Consult. 30 jul. 2018] Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Termofixos>>

<sup>16</sup> **Thermoplastic**. In Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha] Flórida: Wikimedia Foundation, 2018 [Consult. 30 jul. 2018] Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoplastic>>

Estes plásticos têm melhores características mecânicas que os polímeros termoendurecíveis, mas são no geral são mais macios e menos resistentes às temperaturas. Exemplos de termoplásticos são o polipropileno, o polietileno, o polimetil-metacrilato (ou acrílico) e o policloreto de vinil (popularmente conhecido como PVC), entre outros.

## 2.2 O que são bioplásticos

Como referido os plásticos são compostos por macromoléculas que são polímeros. A maioria desses polímeros têm como base cadeias de átomos de carbono unidos a outros elementos como o Hidrogénio, Oxigénio, Azoto, Enxofre e outros.<sup>17</sup> Se o carbono dos plásticos for proveniente de recursos fósseis (petróleo, gás natural, carvão) são os chamados plásticos convencionais, tradicionais ou à base de petróleo.<sup>18</sup> No caso dos bioplásticos, as cadeias de carbono têm origem em matéria biológica proveniente da biomassa<sup>19</sup>. Estes recursos podem vir de várias plantas, desde frutos ao remanescente da cultura vegetal como ramos ou folhas, tal como de outras fontes como a animal (leite, soro, carapaças, dejetos etc). Este tipo de recursos são renováveis, porque é possível a sua utilização sistemática sem risco de os esgotar, dado que a sua regeneração ou reposição é feita de forma contínua e rápida pela natureza e a um ritmo equivalente ou superior ao do consumo dos recursos<sup>20 21</sup>. Segundo a *European Bioplastics* o termo “bioplásticos” designa um material ou produto que resultou parcialmente ou completamente de biomassa. São polímeros que têm origem em matéria-prima orgânica, independentemente da sua síntese, no entanto no seu processo de adaptação à indústria podem ser misturados

---

<sup>17</sup> **Bioplástico**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017, rev. 21 Julho 2017. [Consult. 21 jul. 2017]. Disponível em WWW:<<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Biopl%C3%A1stico&oldid=49357898>>.

<sup>18</sup> THIELEN, Michael – **Bioplastics : basics, applications, markets**. 1a Ed. Mönchengladbach: Polymedia Publisher, 2012. ISBN 978-3-9815981-1-0.

<sup>19</sup> Biomassa é uma massa de matéria viva, animal ou vegetal, que vive em equilíbrio numa determinada área da superfície terrestre –In **biomassa** in Dicionário infopédia da Língua Portuguesa com Acordo Ortográfico [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2018. [consult. 05 Fev. 2018]. Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/biomassa>

<sup>20</sup> **Recursos renováveis** in Artigos de apoio Infopédia [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2017. [consult. 16 de Maio 2017]. Disponível em: [https://www.infopedia.pt/\\$recursos-renovaveis](https://www.infopedia.pt/$recursos-renovaveis)

<sup>21</sup> Um recurso natural renovável é aquele recurso que não se esgota facilmente, devido à rápida velocidade de renovação e capacidade de manutenção. Os recursos naturais são elementos da natureza que serão transformados em bens para atender às necessidades das pessoas. A biomassa é considerada um recurso renovável. ARMSTRONG, John A. HAMRIN, Jan. **The Renewable Energy Policie Manual** [Em linha] Washington: United States Export Council for Renewable Energy [Consult. Dezembro 2017] Disponível em : <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea79e/ch05.htm>

com outras substâncias de síntese química de origem fóssil para responderem às necessidades da aplicação final.<sup>22</sup>

## 2.2 História dos bioplásticos

Os materiais plásticos estão presentes nos objetos desde que existem registos escritos. Os primeiros materiais plásticos foram as resinas naturais como o âmbar, o lacre e as seivas de plantas resinosas. O Homem sempre teve necessidade de transformar plasticamente a matéria para fazer objetos. Povos nativos da América do Norte já tinham técnicas de transformação de corno animal para moldarem colheres e utensílio. Na Europa do séc. XVIII este material encontrava-se com frequência em joalharia e em caixas para rapé.<sup>23</sup> E estes eram todos bioplásticos, ou seja polímeros provenientes de biomassa e com propriedades plásticas.

A comercialização significativa de materiais plásticos de síntese química começou nos meados do sec. XIX com a invenção de uma material derivado da celulose, que ficou conhecido por celuloide, desenvolvido por John Wesley Hyatt Jr.. O celuloide tornou-se popular primeiro no fabrico de bolas de bilhar, em substituição do marfim, e mais tarde, no fabrico de película para máquinas fotográficas e de filmar.<sup>24</sup> Por volta de 1923 surge a produção industrial de outro polímero com origem em biomassa, o celofane. Este foi um dos primeiros plásticos a ser utilizado para embalar alimentos e ainda hoje é utilizado por exemplo para embrulhar doces e pacotes de cigarros.<sup>25</sup>

A história destes materiais muda radicalmente no início do séc. XX com o desenvolvimento das tecnologias para exploração de petróleo. Também a escassez de materiais durante as duas Guerras Mundiais moldou a paisagem material da humanidade. A canalização de matérias-primas para o esforço de guerra e os diversos embargos entre países levaram a que se desenvolvessem substitutos de madeiras, vidros, metais, fibras vegetais e de resinas naturais, e coincide com este período o desenvolvimento de muitos plásticos de origem fóssil. Desde esta altura, o petróleo passou a ser uma *commoditie*, de

---

<sup>22</sup> European Bioplastics. **Biobased Plastics** [Em linha] Berlim: European Bioplastics [ Consult. Novembro de 2016] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/biobased/>

<sup>23</sup> THIELEN, Michael op. cit p. 16

<sup>24</sup> Ibid. Ibidem

<sup>25</sup> Greenplastics [Em linha] [S.l.:s.n] **History of bioplastics** [Consult. Em Janeiro 2016] Disponível em: [http://greenplastics.com/wiki/History\\_of\\_bioplastics](http://greenplastics.com/wiki/History_of_bioplastics)

grande importância na economia mundial. De baixo custo de extração, os seus derivados tornaram-se também baratos. Nestes derivados estão também incluídos os plásticos, que ganharam popularidade sobre os bioplásticos. No entanto estes nunca deixaram de ser foco de atenção de alguns. Por exemplo Henry Ford, motivado pela ideia de utilizar remanescentes agrícolas para fins não-alimentares, incentivou a investigação sobre materiais com base em matéria vegetal para serem aplicados nos automóveis da sua marca. A Ford chegou a produzir um protótipo funcional do famoso Ford Model T com carroçaria feita em plástico a partir de soja, e aplicou<sup>26</sup>

É, no entanto, no final do séc. XX e início do séc. XXI que se situa o período de grande desenvolvimento deste ramo. As preocupações ambientais, o aquecimento global e a atenção do público para estes temas motivou a investigação e o seu financiamento. A criação de regulamentação para os lixos plásticos, da análise de ciclos de vida dos objetos, a criação de metas globais para a redução de emissões de CO<sub>2</sub> e de redução do lixo produzido pelas nações, tal como a volatilidade dos preços do petróleo abriram caminho no seio da sociedade para melhor aceitar e compreender esta tecnologia.<sup>27</sup>

A indústria dos bioplásticos tem cerca de 25 anos de desenvolvimento, neste momento está estabelecida nos quatro continentes e já representa cerca de 1% do mercado dos plásticos. O desenvolvimento destes materiais tem sido feito em várias fases, com objetivos e direções diferentes.

A primeira direção, durante a década de 90 do séc. XX, para esta tecnologia seria oferecer alternativas aos aterros, criando polímeros biodegradáveis, que seriam compostáveis. A segunda direção do mercado, que começou no ano 2000, foi desenvolver os polímeros através de uma matéria-prima abundante e produzida em massa (milho e cana-de-açúcar) para produzir plásticos de uso comum. A terceira fase, foi direcionada para produtos mais duráveis com matérias-primas provenientes de biomassa mas de fontes renováveis não-alimentares – como por exemplo matéria vegetal de segunda geração proveniente de explorações agrícolas ou sub-produtos de outras indústrias.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> THIELEN, Michael op. cit p. 16

<sup>27</sup> ESPOSITO, Frank - **Despite its history, bioplastics remains a niche industry** [Em linha] [S.l.] Plastic News [Consult. em Novembro 2016] Disponível em: <http://www.plasticsnews.com/article/20140806/25TH/140809964/despite-its-history-bioplastics-remains-a-niche-industry>

<sup>28</sup> Ibid.

Estas mudanças tão drásticas contribuíram para o mercado dos bioplásticos ser tão lento a materializar-se e a chegar à massa crítica.

A primeira alteração na direção do desenvolvimento, que se afastou da biodegradação e da compostagem, deveu-se às limitações de performance dos produtos e à falta de estruturas apropriadas para a compostagem. Que resultava num mercado de nicho para plásticos biodegradáveis ainda em desenvolvimento.

O mercado para os plásticos compostáveis não progrediu para além das aplicações óbvias, como produtos descartáveis, embalagens, filme plástico para usos na agricultura, vasos de flores, etc.<sup>29</sup>

Existem poucos produtos que vão ao encontro das expectativas dos consumidores em relação à compostagem em ambiente doméstico, ou seja para o consumidor a compostabilidade significa deixar o produto no compostor doméstico e num tempo razoável o produto de plástico transforma-se em substrato para espalhar na terra.

Segundo o autor é necessário uma mensagem clara e de chamada de atenção direcionada para o público que “só quer fazer a coisa certa” com as suas embalagens descartadas.

O desenvolvimento sustentável começou também a ter abordagens circulares com métricas diferentes, onde as considerações da escolha do material passaram a ser apenas parte do LCA (*Life Cycle Analysis*). Em 2010 com a introdução do 100% Green PE (*i'm Green™ polyethylene*) pela empresa brasileira Baskem, começou o desenvolvimento de plásticos *Drop-in* – de uso comum. A rápida aceitação dos produtos *Drop-in*, ou seja produtos preparados para poderem ser utilizados nos equipamentos industriais de processamento de plásticos já existentes e sem necessidade de adaptações é óbvia. Os mercados já estão preparados, praticamente não existe nenhuma necessidade de conversão de máquinas, pois têm especificações idênticas aos produtos em plásticos convencionais, preços competitivos e sustentáveis com base na sustentabilidade das matérias-primas.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> THIELEN, Michael op. cit p. 16

<sup>30</sup> ESPOSITO, Frank op. cit.

A fase corrente no desenvolvimento de bioplásticos está em adotar materiais que permitam produtos duráveis, mantendo a capacidade *Drop-in*. A maior parte da sua aceitação deve-se aos melhoramentos na performance dos polímeros. É projetado que o mercado dos bioplásticos mantenha o crescimento verificado nos últimos anos. Este crescimento deve-se á adoção de bioplásticos para produzir produtos domésticos, automóveis e eletrónicos semi-duráveis. O que suporta esta evolução em termos da cota de mercado é o desenvolvimento de novos monómeros de fontes renováveis. Com exceção da borracha natural, a celulose, a suberina (encontrada na cortiça) e as fibras naturais só uma pequena parte dos produtos de consumo têm origem em materiais provenientes de biomassa, representando um fator diferenciador.<sup>31</sup>

Existe hoje uma vasta gama de tipos de bioplásticos para diversas aplicações desde as embalagens a produtos para *catering*, eletrónicas de consumo, indústria automóvel, produtos para agricultura/horticultura, brinquedos, têxteis entre outros segmentos. Uma das propriedades que alguns destes materiais têm é a capacidade de se degradarem na natureza e/ou em ambientes próprios, sem deixarem resíduos tóxicos. É também possível integrar alguns destes materiais no composto doméstico.

## 2.3 Tipos de bioplásticos

A família de bioplásticos está dividida em dois grandes grupos<sup>32</sup>:

1 – De origem biológica ou parcialmente biológica – não compostáveis. Dentro deste grupo estão os bioplásticos que é possível processar com matérias-primas de origem biológica, como o bioetanol. Estes materiais são aplicados em objetos duráveis tais como brinquedos, peças automóveis, embalagens para produtos de higiene.

2 – Plásticos que são tanto de origem biológico como biodegradáveis. Estes tipos de bioplásticos que vão ser abordados nesta dissertação. Estes materiais são

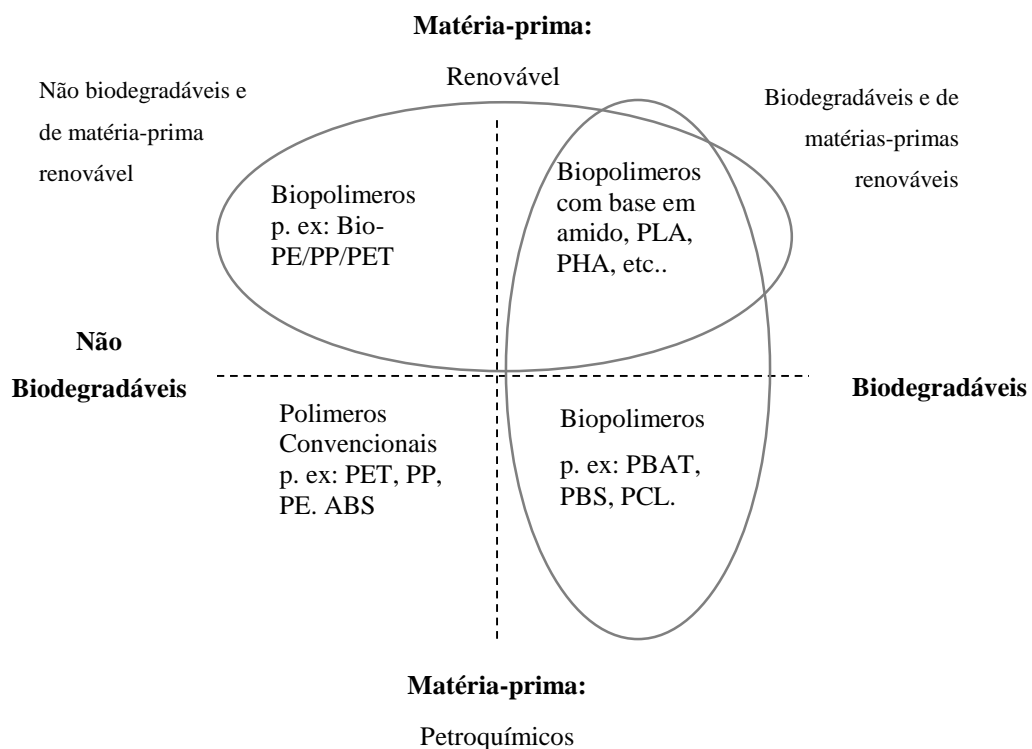
---

<sup>31</sup> European Bioplastics. **Biobased Plastics** [Em linha] Berlim: European Bioplastics [ Consult. Novembro de 2016] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/biobased/>

<sup>32</sup> Ibid. **What types of bioplastics do exist and what properties do they have?** [Em linha] Berlim: European Bioplastics [ Consult. Novembro de 2016] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/faq-items/what-types-of-bioplastics-do-exist-and-what-properties-do-they-have/>

particularmente interessantes porque podem sofrer biodegradação. Os ambientes em que estes bioplásticos se degradam podem ser tão variados como solos, ambientes marinhos, corpo humano e infraestruturas específicas para compostagem.

Plásticos que têm origem em recursos fósseis e que são biodegradáveis. Este tipo de materiais, apesar de não serem de origem biológica, são biodegradáveis tal como alguns bioplásticos o que por si só os torna alternativas muito interessantes. São um pequeno grupo de materiais e são pouco comuns no nosso dia-a-dia, algumas das aplicações são saquetas solúveis em água para detergentes ou produtos médicos.



As principais famílias de biopolímeros encontram-se resumidos na figura abaixo:

Para a produção industrial de bioplásticos são utilizadas várias culturas agrícolas, as mais comuns são as de plantas ricas em hidratos de carbono <sup>33</sup> como o milho, a batata e a cana de açúcar<sup>34</sup>.

Fig. 1 - Resumo das propriedades dos polímeros consoante a origem;

Fonte: Adaptado de European Bioplastics

Estas matérias-primas de primeira geração são ao momento as mais produtivas e as que oferecem produtos de melhor qualidade<sup>35</sup>, no entanto a indústria produtora de bioplásticos está a desenvolver avanços na utilização de matérias-primas de segunda e terceira geração, os sucedâneos das colheitas como folhas, caules e ramos e até mesmo de desperdício de outras indústrias como a do papel, da floresta e da indústria dos lacticínios.<sup>36</sup> Outras fontes alternativas de matéria-prima são os resíduos domésticos, municipais e de águas residuais<sup>37</sup>.

---

<sup>33</sup> *Ibid.* – **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Janeiro 2016, [ Consult. Novembro de 2016] Biobased plastics – fostering a resource efficient circular economy. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP\\_fs\\_renewable\\_resources.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_renewable_resources.pdf)

<sup>34</sup> *Ibid.* Janeiro 2016, [ Consult. Novembro de 2016] BIOPLASTICS & Biodegradability Questions & Answers - European bioplastics converters. Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/news/publications/>

<sup>35</sup> *Ibid.* *Ibidem*

<sup>36</sup> *Ibid.* – **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Novembro 2017, [ Consult. Abril de 2016] Biobased plastics – fostering a resource efficient circular economy. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP\\_fs\\_renewable\\_resources.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_renewable_resources.pdf)

<sup>37</sup> THIELEN, Michael op. cit p. 10



Apenas 0,01% da área cultivável do mundo é utilizada para produzir bioplásticos. A quase totalidade da área agrícola mundial (97%) é utilizada para produzir alimentos para humanos ou animais, ou usada como pasto. A área agrícola necessária para produzir outras coisas que não alimentos (biocombustíveis, substâncias para a indústria farmacêutica, cosmética etc.) ocupa aproximadamente 2% da área agrícola mundial.<sup>38</sup>

A grande diferença de volume mostra que não existe competição pelo uso de área arável, as matérias-primas de primeira geração ao momento servem como facilitadores na transição para uma tecnologia com base em matérias-primas de segundas e terceiras gerações.

Segundo a *European Bioplastics*, apesar desta tendência, a utilização de matérias-primas de primeira geração não deveria ser discriminada sob o argumento de que o uso de culturas alimentares para o fabrico de bioplásticos terá como consequência o aumento dos preços dessas culturas. Segundo um estudo levado a cabo pelo *World Bank* em 2013, o aumento do preço dos alimentos está diretamente relacionado pelo aumento do preço do petróleo. Os biocombustíveis e por extensão os bioplásticos têm um impacto negligenciável nesta questão.<sup>39</sup> A escolha do tipo de biomassa para uso de produção de bioplásticos deve depender da eficiência e sustentabilidade da matéria-prima.<sup>40</sup>

## 2.4 Bioplásticos Biodegradáveis

Os plásticos biodegradáveis não são exclusivamente feitos com matérias-primas renováveis, plásticos como o PBAT (*polybutyleno adipate-terephthalate*), que é utilizado para filme plástico, tem origem em matérias-primas de origem fóssil e ainda assim biodegradável. Outros exemplos são o PBS (*polybutileno succinato*) ou o PBSA (*polybutylene succinate adipate*)<sup>41</sup>, utilizados em filme plástico, sacos e embalagens

---

<sup>38</sup> European Bioplastics. Ibid. [ Consult. Novembro de 2016] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/biobased/> p 2

<sup>39</sup> Ibid. [ Consult. Novembro de 2016] **Feedstock availability** Disponível em: [bioplastics.org/publications/pp/EuBP\\_PP\\_Feedstock\\_availability.pdf](http://bioplastics.org/publications/pp/EuBP_PP_Feedstock_availability.pdf)

<sup>40</sup> Ibid. Ibidem

<sup>41</sup> THIELEN, Michael op. cit p. 15

alimentares ou de cosméticas, são plásticos que têm também interesse na área de produtos com entrega retardada como herbicidas, pesticidas, ou cápsulas para medicamentos.<sup>42</sup>

Segundo Michael Thielen<sup>43</sup>, e outras entidades é um equívoco comum entre o público<sup>44</sup> atribuir a todos os bioplásticos a capacidade de se biodegradarem.

A importância de esclarecer o público é ressaltada pela *European Bioplastics*<sup>45</sup> em vários documentos sobre boas práticas.<sup>46</sup> É assim importante fazer esta distinção e compreender o que é a biodegradação, como pode ser medida e que vantagens e desafios pode isso trazer para uma sociedade de consumo. Dado que a biodegradação é uma característica que faz com que os objetos se degradem, é importante compreender de que forma os objetos projetados com esta propriedade estão no nosso dia-a-dia.

Segundo a *European Bioplastics*, a biodegradação<sup>47</sup> é um processo durante o qual os microrganismos (bactérias, fungos e protozoários) ou enzimas disponíveis num determinado ambiente convertem um material em substâncias naturais como água, dióxido de carbono e nutrientes, fruto do seu metabolismo. (sem aditivos artificiais). Este processo está dependente das condições do ambiente circundante do material como por exemplo a localização e a temperatura.<sup>48</sup>

*“O processo de biodegradação depende das condições (p. ex. localização, temperatura, humidade, presença de microorganismos, etc.) de um ambiente específico (instalação de compostagem industrial, compostor de jardim, solo, água, etc.) e do material e aplicação*

---

<sup>42</sup> **Polybutylene succinate**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017. [Consult. Maio 2017]. Disponível em WWW:<  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Polybutylene\\_succinate](https://en.wikipedia.org/wiki/Polybutylene_succinate) >.

<sup>43</sup> Michael Thielen é o fundador da revista bimensal *Bioplastics Magazine*, especializada em temas relacionados com bioplásticos. É também organizador de eventos de nível mundial relacionados com bioplásticos como *PLA Bottle Conference*, *PLA World Congress* e *Bioplastics Business Breakfast*.

<sup>44</sup> *European Bioplastics – Accountability is key: Environmental communication guide for bioplastics*. [Em linha] Berlim 2017 [Consult. Janeiro 2017] Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP\\_Environmental\\_communications\\_guide.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Environmental_communications_guide.pdf)

<sup>45</sup> A *European Bioplastics* é uma associação Europeia que tem como missão fazer avançar o quadro económico e regulatório no espaço Europeu, de forma a permitir um crescimento do mercado para os bioplásticos.

<sup>46</sup> *European Bioplastics* op cit.

<sup>47</sup> *Ibid.* – **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: *European Bioplastics*, Novembro 2017, [Consult. Abril de 2016] *Biobased plastics –FAQ: What is biodegradation*. Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/news/faq/>

<sup>48</sup> *Ibidem*

*em si. Consequentemente, o processo e o seu resultado podem variar consideravelmente.”*<sup>49</sup>

O termo biodegradação não é novo, e apesar de aparecer associado a produtos ‘amigos do ambiente’, que se decompõem em elementos naturais, é bastante comum em áreas como a biomedicina, gestão de resíduos, ecologia e bio remediação do ambiente natural.<sup>50</sup>

A compostagem é um tipo de biodegradação, e é comum serem termos que se confundem, o primeiro define apenas que o material em análise pode ser consumido por microorganismos, o segundo define que a substância é degradada em condições de compostagem.<sup>51</sup> Esta “é o processo de valorização da matéria orgânica no qual se dá a sua estabilização originando uma substância húmida (vulgarmente designada por composto) que pode ser utilizada como condicionador do solo”<sup>52</sup>.

---

<sup>49</sup>THIELEN, Michael op. cit p. 68 [Tradução livre]

<sup>50</sup> **Biodegradation**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017, rev. 4 Abril 2017. [Consult. 4 abr. 2017]. Disponível em WWW:<<https://en.wikipedia.org/wiki/Biodegradation> >.

<sup>51</sup> Ibidem

<sup>52</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo – **A Ecologia Industrial e as embalagens de bebidas e bens alimentares em Portugal**. Primeira Edição. Lisboa: Celta Editora, 2005.

Existem dois tipos de compostagem aeróbia, se houver presença de oxigénio, ou anaeróbia, se for feita na ausência de oxigénio. O resultado dos dois processos é diferente, porque no segundo existe a possibilidade de aproveitamento energético. Este aproveitamento é possível porque durante a fermentação ocorre a libertação de biogás que pode ser utilizado como combustível.<sup>53</sup>

Nos processos de compostagem aeróbia há ainda a distinguir a diferença entre compostagem e doméstica (p. ex. feita num jardim) e a compostagem industrial (feita em instalações próprias).<sup>54</sup>

Um caso especial de biodegradação é a degradação no corpo humano. Existe uma classe de materiais, os materiais reabsorvíveis, que têm sido utilizados para fazer por exemplo fio cirúrgico, parafusos ósseos e outros materiais de apoio a cirurgias.<sup>55</sup>

Estes materiais degradam-se dentro do corpo sendo absorvidos pelos mecanismos próprios do metabolismo, poupando os pacientes a segundas intervenções.<sup>56 e 57</sup>

Existem normas e requisitos legais que cobrem a biodegradabilidade dos plásticos, tal como a sua certificação EN 13432, ASTM D6400 que vão ser tratadas mais à frente no capítulo ‘Compostagem de Bioplásticos: Normas, Certificações e rotulagem’.<sup>58</sup>

#### 2.4.1 Opções de fim de vida

Para além da compostagem, os bioplásticos podem ser reciclados de forma mecânica, química, térmica ou colocados em aterros. No fundo podem passar pelos mesmos processos que os resíduos plásticos de origem fóssil. No entanto estas opções dependem do polímero, da aplicação e das condições do mesmo. Qualquer “(...) *tratamento de resíduos tem como objetivo principal a alteração das suas características,*

---

<sup>53</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. Ibid. P118 e 119.

<sup>54</sup> THIELEN, Michael op. cit. p.69

<sup>55</sup> Ibidem.

<sup>56</sup> Ibid. Ibidem

<sup>57</sup> Site Inovação Tecnológica. **Materiais avançados** [Em linha] Redação do Site Inovação Tecnológica: 10 de Agosto 2010 [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=bioativo-reabsorvivel-substituto-titanio-implantes#.WcvveciGNqM>>

<sup>58</sup> THIELEN, Michael op. cit. p.70

*através de operações e processos de natureza física química e biológica, de forma a reduzir o seu volume e/ou o seu grau de nocividade.”*<sup>59</sup>

## 2.4.2 Reciclagem

O termo “reciclagem” cobre uma série de processos pelos quais os produtos são convertidos em materiais secundários<sup>60</sup>, recuperando uma parte útil dos resíduos, reintroduzindo-os no ciclo de produção respetivo.<sup>61</sup>

No caso dos plásticos comuns a recolha e triagem, são em um pré-requisito importante para os procedimentos que envolvem a reciclagem<sup>62</sup>. Estes procedimentos são cruciais porque a recuperação da maior parte dos materiais a reciclar está dependente de uma recolha seletiva, ao invés de indiferenciada, uma vez que só assim é possível reduzir a contaminação dos resíduos a reciclar.<sup>63</sup>

### Reciclagem mecânica

A reciclagem material, física ou mecânica, é em termos simplificados a “*trituração, limpeza e reaquecimento (derreter), e granular do lixo plástico*”<sup>64</sup>. Neste processo a composição química do material mantém-se inalterada, podendo ser reutilizado sem nenhum tipo de perdas. O material reciclado e transformado em grânulos pode ser aplicado numa vasta gama de novos produtos de plástico consoante a sua pureza e qualidade.

Na recolha dos resíduos (Resíduos Urbanos Sólidos – RSU) de onde provém muito do plástico de pós-consumo, é da máxima importância a recolha seletiva. Dado que o destino é a reciclagem, é necessário diminuir a contaminação de outros materiais que venham misturados com a corrente normal dos detritos. Para o sucesso da reciclagem é

---

<sup>59</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. Op. cit. p. 117

<sup>60</sup> THIELEN, Michael op. cit. p.10

<sup>61</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo *Ibid.*

<sup>62</sup> THIELEN, Michael. *Ibid.*

<sup>63</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo *Ibid.*

<sup>64</sup> THIELEN, Michael. *Ibid.*

essencial a implementação de um sistema de recolha seletiva, que proporcione às pessoas estruturas adequadas para depositarem os seus resíduos previamente separados.<sup>65</sup>

Os requisitos necessários e os aspetos mais críticos para a adoção da reciclagem física dos materiais plásticos são<sup>66</sup>:

- Existência de mercado para o material reciclado;
- A distância entre os pontos de recolha e os locais de tratamento, de forma a minimizar os custos ambientais e económicos do transporte;
- A tipologia do material recolhido (crucial no caso de materiais multicamada (p.e filme plástico com várias camadas p. ex. pacotes de batatas fritas) ou combinação de materiais diferentes;
- Os sistemas de recolha adequados e a recolha de materiais em quantidade suficiente para viabilizar os custos associados às estações de triagem e tratamento de resíduos;

Existem ainda os casos de reciclagem pré-consumo, ou seja quando são reciclados os resíduos do fabrico de produtos. Este é um ciclo que acontece nas próprias fábricas onde os materiais provêm do próprio processo de fabrico (aparas, tiras e excessos etc.). Nestes casos os materiais estão limpos, são de fácil identificação e não estão contaminados por partículas ou substâncias estranhas ao processo.<sup>67</sup> A maioria dos casos de reciclagem situa-se entre estes dois casos.<sup>68</sup>

Grande parte dos bioplásticos, tal como os plásticos convencionais, podem ser aplicados em processos de reciclagem mecânica. E tal como os plásticos de origem fóssil também os bioplásticos têm que ser separados e triados antes de serem levados para os processos de reciclagem, serão misturados com os plásticos do mesmo tipo. Isto implica que seja criadas linhas dedicadas á reciclagem de um tipo individual de bioplástico para que não haja diminuição da qualidade do produto final por contaminação de outros bioplásticos, à semelhança do que se passa com os plásticos convencionais (p. ex. linha

---

<sup>65</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. Op. cit. p. 111

<sup>66</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. Ibid.

<sup>67</sup> MOLÉCULAS - **Reciclagem pré-consumo: Uma saída rentável** [Em linha] São Paulo. [Consult. em Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.moleculas.com.br/2013/05/reciclagem-pre-consumo-uma-saida-rentavel/>

<sup>68</sup> THIELEN, Michael. Op cit

de reciclagem de PET). Existem alguns casos especiais de bioplásticos que podem ser reciclados juntamente com os seus pares de origem fóssil, por exemplo os casos do bio-PE e bio-PET<sup>69</sup>.

A reciclagem de alguns bioplásticos exige passos adicionais ao processo normal de reciclagem, como é o caso do PLA<sup>70</sup>. Apesar de ser reciclável precisa de um processo adicional antes de seguir para a reciclagem material (ou mecânica), sendo um processo de policondensação, ou um passo especial de cristalinização. Ficando demonstrada a necessidade de se criarem infraestruturas específicas para este material.

A *European Bioplastics* considera que será viável a reciclagem de PLA de pós consumo assim que o volume comercial e de vendas de produtos deste material, tal como da resina, se torne grande o suficiente para cobrir os custos dos investimentos necessários.<sup>71</sup>

Já foram concluídos e continuam a decorrer vários programas de testes de reciclagem de bioplásticos em vários países, nomeadamente Reino Unido (projeto WRAP), Itália (projeto COREPLA), Alemanha (projeto Re-PLA) e Bélgica (projeto r-PLA)<sup>72</sup>. De qualquer das formas a grande conclusão é que qualquer material para ser reciclado de forma economicamente viável são necessárias quantidades críticas. Atualmente em Portugal não existe recolha seletiva para bioplásticos, pelas mesmas razões apresentadas anteriormente, ou seja as quantidades ainda são diminutas.<sup>73</sup>

---

<sup>69</sup> THIELEN, Michael. Op cit e European Bioplastics – **Mechanical recycling** [Em linha] Berlim 2017 [Consult. Janeiro 2017] Disponível em: <<http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/waste-management/recycling/>>

<sup>70</sup> PLA - Ácido polilático ou polilactida (PLA) é um bioplástico biodegradável, termoplástico alifático derivado de recursos renováveis, como amido de milho. In **PLA in Manufacturing Terms: Definition at a click away** [Em linha] s.l.: s.e [Consult. em Outubro 2017] Disponível em: <<http://www.manufacturingterms.com/Portuguese/PLA.html>>

<sup>71</sup> European bioplastics. Op. Cit.

<sup>72</sup> *Ibid. Ibidem.*

<sup>73</sup> Em entrevista com a Dra. Paula Norte da Sociedade Ponto Verde, foi afirmado as quantidades de bioplásticos presentes no mercado português são tão diminutas que não foi efectuado nenhum estudo sobre o impacto dos mesmos nos fluxos de reciclagem existentes. A falta de adesão por parte dos embaladores a operar em Portugal leva a que não existam grandes quantidades deste material a circular nos mercados. V. Anexo Entrevista 1

### Reciclagem Química

Este tipo de reciclagem consiste em transformar polímeros nos seus monómeros ou em monómeros com menor peso molecular – despolimerização, através da decomposição química ou térmica, para mais tarde serem novamente polimerizados, gerando novas resinas. A reciclagem química permite, em alguns processos, uma separação por tipos de plásticos menos rigorosa que a reciclagem mecânica.

É necessário ressaltar que os materiais obtidos por este processo de reciclagem necessitam de um tratamento dispendioso na purificação final, sendo indicado só para produtos de alto valor económico. À data da edição os processos de reciclagem química ainda se encontravam em fases de investigação, por não apresentarem viabilidade económica.<sup>74</sup> O polietileno tereftálico (PET), certas poliamidas (como é o caso do *nylon* 6 e do *nylon* 66) e os poliuretanos podem ser eficientemente despolimerizados.<sup>75</sup>

Segundo Michael Thielen no caso dos bioplásticos, o PLA (ácido polilático) é reconvertido em ácido láctico (que é o monómero do PLA). Depois deste processo é possível aplicar os materiais resultantes no fabrico de novo PLA.<sup>76</sup>

Existem duas instalações a operar esta despolimerização química, uma na Califórnia outra na Bélgica.<sup>77</sup>

### Reciclagem térmica

Os plásticos por serem constituídos maioritariamente por carbono e hidrogénio podem ser queimados e o poder calorífico destes materiais é superior ao dos combustíveis comuns contudo esta combustão deve ser feita em condições controladas e em instalações próprias, para que possa haver recuperação energética (p.ex. produção de eletricidade ou aquecimento de água)<sup>78</sup>.

---

<sup>74</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. Op. cit. p. 182

<sup>75</sup> **despolimerização** in Artigos de apoio Infopédia [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2017. [consult. Outubro 2017]. Disponível na Internet: [https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$despolimerizacao](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$despolimerizacao)

<sup>76</sup> THIELEN, Michael. Op. cit. p. 60

<sup>77</sup> Ibid. Ibidem. p.80

<sup>78</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. Op. cit. p.182



A inceneração com aproveitamento energético só tem vantagens quando aplicado a resíduos combustíveis, não sendo adequado para metais e vidro.<sup>79</sup> Outros materiais presentes no lixo, como a matéria orgânica, muito comum nos RSU (constitui cerca de 35% dos RSU)<sup>80</sup> tem pouco poder calorífico devido ao alto teor de água, e torna-se pouco interessante para a inceneração com aproveitamento energético.<sup>81</sup>

Os plásticos contribuem com cerca de 30% da energia calorífica produzida aquando da queima em incineradoras de RSU. Apesar de controversa esta é uma forma de valorização energética com um grande potencial, em média os resíduos plásticos que uma pessoa produz em casa durante um ano contêm energia suficiente para proporcionar 3500 duches de água quente ou 5000 horas de televisão.<sup>82</sup>

A geração de calor e de outras formas de energia (eletricidade) por incineração de lixo plástico é o processo mais utilizado na Europa para valorizar este tipo de resíduos. Quando não existem quantidades suficientes para que seja economicamente viável reciclar um tipo de material a inceneração é a opção mais lógica. Quer sejam plásticos comuns ou bioplásticos não existe nenhuma diferença técnica no processo de recuperação de valor térmico.

No caso dos bioplásticos, como o carbono que constitui os polímeros é proveniente de biomassa, a energia térmica proveniente dos objetos tem origem renovável. Que segundo Michael Thielen é um conceito muito interessante e revolucionário.<sup>83</sup> Outra opção para utilizar a energia disponível nos bioplásticos é a biometanização, também denominada por digestão anaeróbia, realizada em instalações próprias. A possibilidade de converter os detritos de plásticos biodegradáveis em biogás, e converter esse gás em energia, é atualmente uma área de intensa investigação.<sup>84</sup> Os Bioplásticos conservam a energia solar sob a forma de “empréstimo”.<sup>85</sup>

---

<sup>79</sup> Ibid. Ibidem

<sup>80</sup> Ibid. Ibidem.183

<sup>81</sup> Ibid. Ibidem. p.182

<sup>82</sup> Ibid.Ibidem. p.183

<sup>83</sup> THIELEN, Michael. Op. cit. p. 87

<sup>84</sup> Ibid. Ibidem p. 88

<sup>85</sup> Ibid. Ibidem p. 85

Os recursos renováveis podem de facto ser utilizados imediatamente para gerarem energia (madeira, biofuel, biogás, etc...) mas podem ser melhor aplicados se primeiro forem utilizados noutros fins mais úteis - nomeadamente bioplásticos.

Estes podem, depois de uma vida útil, ser reciclados um determinado número de vezes e integrados novamente em produtos, e posteriormente serem queimados. A energia acumulada ou emprestada do sol é assim utilizada para produzir eletricidade. No que respeita a este ciclo de vida várias autores referem que os recursos naturais e renováveis não devem ser aplicados de imediato na produção de energia.<sup>86</sup>

### 2.4.3 Aterro Sanitário

*“Um aterro sanitário é uma infraestrutura de deposição de resíduos com medidas de minimização ambiental.”*<sup>87</sup> Sendo uma infraestrutura com impermeabilização lateral e do fundo com telas sintéticas, assente em solo pouco permeável, podendo estar localizada sob a superfície ou abaixo desta. Estas infraestruturas incluem também a drenagem e tratamento de águas lixivantes e drenagem do biogás resultantes da fermentação anaeróbia dos resíduos depositados.<sup>88</sup> O controlo das águas lixivantes nos aterros sanitários é importante para não haver contaminação dos aquíferos e dos solos.<sup>89</sup>

“O aterro sanitário é uma “instalação de eliminação utilizada para a deposição controlada de resíduos acima ou abaixo da superfície natural” (D.L. nº 239/97) no qual devem ser garantidas as seguintes condições, segundo o PERSU (PERSU - Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos):<sup>90</sup>

- 1 – Os resíduos são lançados ordenadamente e cobertos com terra ou material similar;
- 2 – Existe controlo sistemático das águas lixiviadas e dos gases produzidos;
- 3 – Existe monitorização do impacto ambiental durante a operação e após o seu encerramento.

---

<sup>86</sup> Ibid. Ibidem p. 86

<sup>87</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. Op. cit. p.122

<sup>88</sup> Ibid.

<sup>89</sup> Ibid.

<sup>90</sup> Ibid.

No caso dos bioplásticos descartados – e para todo o tipo de lixo orgânico – é a pior solução, porque pela deposição indiferenciada, não existe nenhum tipo de valorização em aplicações mais úteis.<sup>91</sup> Os aterros sanitários representam uma grande evolução em relação às lixeiras em termos de impactes ambientais.<sup>92</sup>

Os aterros permitem que o metano originado nos amontoados de lixo seja canalizado de uma forma controlada ao invés de escapar para atmosfera, como sucede nas lixeiras a céu aberto, e este gás tem um efeito de estufa 23 vezes superior ao CO<sub>2</sub>.<sup>93</sup>

Na Alemanha, desde 2005, que não é permitido despejar lixo sem que este tenha sido previamente tratado termicamente ou biologicamente (incineração ou compostagem)<sup>94</sup> Em Portugal desde 2002 que oficialmente não existem lixeiras.<sup>95</sup>

Todas as atividades de valorização associadas aos sistemas de gestão dos resíduos como a reciclagem, a compostagem e a valorização energética contribuem para que menores quantidades de resíduos sejam direcionados para o aterro sanitário, aumentando consideravelmente o seu tempo de vida.<sup>96</sup>

#### 2.4.4 Compostagem

A compostagem “...é o processo de valorização da matéria orgânica no qual se dá a sua estabilização originando uma substância húmida (vulgarmente designada por composto) que pode ser utilizada como condicionador do solo.”<sup>97</sup>

Como já foi referido a biodegradação e compostagem são termos que se confundem, o primeiro define apenas que o material em análise pode ser consumido por

---

<sup>91</sup> Ibid. Ibidem p 89

<sup>92</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. Op. cit. p.122

<sup>93</sup> Ibid. Ibidem

<sup>94</sup> Ibid. Ibidem

<sup>95</sup> GARCÍAS, Pedro (28 Janeiro 2002) – **Aterro controlado inaugurado em Évora: Portugal acaba hoje com as lixeiras a céu aberto.** [Em linha] Jornal Público [Consult. em Outubro 2017] Disponível em: <https://www.publico.pt/2002/01/28/sociedade/noticia/portugal-acaba-hoje-com-lixeiros-a-ceu-aberto-60806>

<sup>96</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. Op. cit. p.123

<sup>97</sup> Ibid. Ibidem

microorganismos, o segundo define que a substância é degradada em condições de compostagem.<sup>98</sup>

As instalações de compostagem são infraestruturas de grande escala que tratam quantidades grandes de lixo orgânico. Estas instalações asseguram um processo em condições ótimas para a degradação rápida e um bom controlo de emissões tal como um bom resultado final, o composto.<sup>99</sup>

Sob estas condições a compostagem é um processo biotecnológico controlado e como consequência o termo compostagem Industrial (ou municipal) é utilizado para distinguir do termo “Compostagem Doméstica”.

Os parâmetros controlados nestas instalações são: a estrutura material (tamanho das partículas), conteúdo de água (humidade), arejamento (existência de oxigénio), temperatura, pH, rácio de carbono/azoto.<sup>100</sup>

O composto final é sujeito a um controlo de qualidade para verificar se corresponde às especificações necessárias para a sua aplicação em solos.

Existem dois tipos de compostagem:

**Aeróbia:** As bactérias que atuam durante a compostagem aeróbia necessitam de oxigénio. Por isso este processo dá-se em locais arejados. A compostagem aeróbia é a compostagem clássica, “*consiste na fermentação da massa de resíduos em presença de oxigénio.*” Os resíduos domésticos são ricos em carbono, azoto e microrganismos, “*permitindo, com recurso a uma correta oxigenação (...) uma fermentação aeróbia dos resíduos, que produz calor e destrói as substâncias fitotóxicas, produzindo uma higienização do produto.*”<sup>101</sup>

**Anaeróbia:** “A digestão anaeróbia acontece em locais onde não há oxigénio.”<sup>102</sup> A compostagem anaeróbia é um processo de degradação biológica de resíduos orgânicos sem presença de oxigénio, que oferece a possibilidade de aproveitamento energético. Este

---

<sup>98</sup> **Biodegradation.** In: Wikipédia, op. cit

<sup>99</sup>European Bioplastics. – **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Novembro 2009, [ Consult. Novembro de 2016] Industrial composting. Disponível em:<  
[http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP\\_fs\\_industrial\\_composting.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_industrial_composting.pdf)>

<sup>100</sup> Ibid. Ibidem

<sup>101</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. P.118

<sup>102</sup> Valor Sul. **FAQ's** [Em linha] Lisboa: ValorSul [Consult. Dezembro 2016] Disponível em:  
<http://www.valorsul.pt/pt/faqs/glossario.aspx#gl3925>

aproveitamento é possível uma vez que durante o processo de fermentação ocorre a libertação de biogás (gás constituído, principalmente por uma mistura de metano e dióxido de carbono<sup>103</sup>) que poderá ser utilizado como combustível.<sup>104</sup>

A biodegradação por processos de compostagem é uma opção de fim de vida que alguns bioplásticos podem ter, tal como alguns (poucos) plásticos de origem fóssil, por isso é uma propriedade que não depende da origem das matérias-primas, mas é antes uma tecnologia que pode ser desenvolvida com certos polímeros.<sup>105</sup>

---

<sup>103</sup> Ibid. Ibidem

<sup>104</sup> FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo. P. 119

<sup>105</sup> WIKIPÉDIA, op. cit.

Capítulo 3  
**BIOPLÁSTICOS COMPOSTÁVEIS**

### 3 Bioplásticos Compostáveis

#### 3.1 O que são bioplásticos compostáveis

Nem todos os bioplásticos biodegradáveis são compostáveis. Uma substância ou produto para ser classificado como compostável tem que se biodegradar completamente em elementos neutros no período de 45 a 90 dias<sup>106</sup>, sendo que o termo biodegradável apenas define que um determinado material se degrada pela atividade metabólica de microorganismos.

Assim a propriedade da degradação não depende unicamente dos recursos base do material. Esta característica está diretamente relacionada com a estrutura química dos polímeros e pode beneficiar certas aplicações, em particular as embalagens.

Os plásticos biodegradáveis oferecem novas possibilidades de recuperação e reciclagem (reciclagem orgânica). Se estes plásticos forem certificados de acordo com normas internacionais (no caso europeu a norma EN 13432), e por entidades independentes, estes plásticos podem ser compostados em infraestruturas de compostagem industrial.<sup>107</sup>

No caso da compostagem industrial, este processo é feito em instalações próprias, que permitem condições especiais como temperaturas médias de 50 a 70°C<sup>108</sup>, humidade relativa de cerca de 98% e uma população ótima de microrganismos.<sup>109</sup>

Mesmo alguns plásticos de origem fóssil, quando a sua composição o permite, podem ser biologicamente degradados ou utilizados para produzir biogás. O biogás é produzido em instalações próprias, em ambientes anaeróbios (sem oxigénio) e os microrganismos que proliferam neste ambiente digerem os materiais, produzindo metano (que é armazenado), Co2 entre outros elementos.

---

<sup>106</sup> THIELEN, Michael. Op. cit. p.8

<sup>107</sup> European Bioplastics – **Composting** [Em linha] Berlim [Consult. Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/waste-management/composting/>

<sup>108</sup> Ibid. Ibidem

<sup>109</sup> THIELEN, Michael op. cit. p. 78

Alguns plásticos biodegradáveis devem primeiro degradar-se por hidrólise ou oxidação em componentes menores antes dos microrganismos os poderem metabolizar.<sup>110</sup>

Nos produtos que usam bioplásticos com estas propriedades pode ser enganador fazer afirmações gerais como indicar esta propriedades apenas com “compostável” sem referenciar normas específicas. Para um material ou produto poder ser anunciado como biodegradável deve ser fornecida mais informação sobre o tempo necessário, o nível de biodegradação e as condições do meio onde vai ocorrer.<sup>111</sup>

Sempre que possível, segundo a *European Bioplastics*, as afirmações relativas á compostagem devem ser feitas apresentando com as respetivas normas (ISO 17088, EN 13432 / 14995 ou ASTM 6400 ou 6868), certificações e selos (*Seedling* via Vinçotte ou DIN CERTCO, *OK Compost* via Vinçotte).



Fig. 2- Degradação de copo compostável ao longo de 15 dias;

Fonte: [https://www.researchgate.net/figure/276060634\\_fig6\\_Fig-6-Biodegradation-of-a-disposable-cup-made-from-PLA-Time-sequence-1-day-15-days](https://www.researchgate.net/figure/276060634_fig6_Fig-6-Biodegradation-of-a-disposable-cup-made-from-PLA-Time-sequence-1-day-15-days)

---

<sup>110</sup> Ibid. Ibidem

<sup>111</sup> European Bioplastics. Op cit.



## 3.2 Aplicações dos bioplásticos compostáveis

Existe um número cada vez maior de aplicações de bioplásticos compostáveis, este aumento tem sido apoiado pela crescente procura de produtos sustentáveis por parte dos consumidores e pela e resposta das marcas. Esta procura está diretamente relacionada com a atenção dada ao impacto da atividade humana no meio ambiente, pelos contínuos desenvolvimentos que a indústria tem feito em novos materiais e das suas propriedades, adaptadas a novas aplicações. A *European Bioplastics* afirma que hoje não existe aplicações onde não se possa introduzir uma alternativa aos plásticos comuns, ou seja um bioplástico. Existe uma alternativa em bioplástico para praticamente todos os plásticos comuns e correspondentes aplicações.<sup>112</sup>

É possível encontrar nos *portfolios* das diferentes empresas produtoras de bioplástico alternativas para os seguintes segmentos de mercado<sup>113</sup>:

- Embalagens;
- Serviços Alimentares;
- Agricultura/ Horticultura;

### 3.2.1 Embalagens

Existe uma grande procura por embalagens em bioplásticos, em especial para embalar produtos alimentares de produção biológica, tal como produtos de higiene e outros itens *premium* com características especiais. Em 2016, da capacidade de produção mundial de bioplásticos de 4.2 milhões de toneladas, cerca de 40% foi direcionada para o fabrico de embalagens – ou seja este é o maior segmento de mercado dos produtores de bioplástico<sup>114</sup>.

---

<sup>112</sup> European Bioplastics – **Publications** [Em linha] Berlim: European Bioplastics: s.d[Consult. em Janeiro 2017] Bioplastics: Facts and figures. Disponível em: [bioplastics.org/publications/EUBP\\_Facts\\_and\\_figures.pdf](https://bioplastics.org/publications/EUBP_Facts_and_figures.pdf)

<sup>114</sup> European Bioplastics. Op. ct.

Bioplásticos rígidos: Estas aplicações estão disponíveis em especial para a indústria da cosmética (p.ex. embalagens de cremes, batons etc.) e para garrafas de refrigerantes e água. Os materiais mais apropriados são o PLA e o bio-PET<sup>115</sup>. Marcas como a *Coca-Cola*, *Vittel*, *Volvic* ou a *Heinz* usam o bio-PET para garrafas de vários tamanhos e formatos, não só para conter refrigerantes mas também molhos. A *Procter & Gamble* e a *Johnson & Johnson* já aplicam o bio-PE<sup>116</sup> para fazerem a embalagem de vários produtos de cosmética. <sup>117</sup>O PLA está a ganhar um forte mercado nesta área das embalagens rígidas pelo potencial de reciclagem mecânica que apresenta.

A biodegradação é uma característica muito considerada no mercado das embalagens, em especial para alimentos perecíveis (p. ex.: saladas frescas, fruta cortada). As soluções de embalagens com recurso a filme flexível e tabuleiros são muito apropriados em aplicações com produtos frescos, porque estendem a sua vida de prateleira.



Fig. 3 – Aplicação de filme flexível compostável e tabuleiro de cartão, **Bio4Pack**

Fonte: <https://www.bio4pack.com/wp-content/uploads/2016/03/Bio4Pack-Header-Flow-wrap.jpg>

---

<sup>115</sup> Bio-PET é polietileno tereftalato de origem biológica, é um termoplástico quimicamente semelhante ao polietileno tereftalato de origem fóssil.

<sup>116</sup> Bio-PE é polietileno de origem biológica, é um termoplástico quimicamente semelhante ao polietileno de origem fóssil.

<sup>117</sup> European Bioplastics – **Publications** [Em linha] Berlim: European Bioplastics: 2016 [Consult. em Janeiro 2017] Bioplastics market data 2016: Global production capacities of bioplastics 2016-2021. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP\\_Bioplastics\\_market\\_data\\_report\\_2016.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Bioplastics_market_data_report_2016.pdf) e European Bioplastics Op. Cit.

A multinacional *PepsiCo* associou-se à *Danimer Scientific*<sup>118</sup>, para desenvolver uma resina biodegradável como solução para os filmes flexíveis utilizados nas embalagens de *snacks*, como forma de responder aos requisitos da marca quanto à sustentabilidade dos seus produtos à escala global. Em Outubro de 2016 a *PepsiCo* anunciou a sua agenda para a sustentabilidade até ao ano de 2025, que inclui a intenção de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa ao longo de toda a cadeia de valor e de desenvolver embalagens 100% recicláveis ou recuperáveis.<sup>119</sup>

Esta colaboração está a ser desenvolvida como forma de facilitar a transição da *PepsiCo* para embalagens totalmente compostáveis no seu portfólio de *snacks*.<sup>120</sup>

Os requisitos das embalagens na indústria alimentar são muito exigentes dado que existem diversos tipos de comida. Nos dias de hoje os materiais e processos para embalagens alimentares são muito sofisticados e facilmente adaptados a novas exigências ou a requisitos específicos de preservação.<sup>121</sup>

Em relação à proteção de alimentos e extensão da vida de prateleira destes, os bioplásticos conseguem ter uma performance semelhante e por vezes até melhor que os plásticos convencionais (barreira de oxigénio, permeabilidade ao vapor de água, testes de migração, etc.). O desenvolvimento de melhores propriedades de barreira, como superfícies antimicrobianas, que permitem a preservação mais prolongada é outra vantagem dos bioplásticos para aplicações de contacto com comida.<sup>122</sup>

---

<sup>118</sup> A *Danimer Scientific* é uma empresa americana dedicada à biotecnologia e que produz uma nova geração de biopolímeros. O bioplástico produzido pela *Danimer Scientific* e que está a ser estudado pela *PepsiCo* para aplicação nas embalagens de *snack* chama-se *Nodax PHA* - o PHA é um bioplástico de origem bacteriana, produzido quando estas fermentam matéria-orgânica. Este é o único bioplástico, à data da edição da revista, a ser certificado pela Vinçotte Internacional como biodegradável em ambiente marinho. Ou seja o polímero vai se decompor por biodegradação em ambientes de água salgada sem deixar resíduos tóxicos para o ambiente, no entanto não quer dizer que os produtos fabricados com este material se decomponha nestes ambientes.

<sup>119</sup> THIELMAN, Michael e LAIRD, Karen – **PepsiCo looking into compostable resins for snacks packaging**. Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 2 (2017), p. 5.

<sup>120</sup> Ibid.

<sup>121</sup> European Bioplastics – **Publications** [Em linha] Berlim: European Bioplastics: 2016 [Consult. em Janeiro 2017] Bioplastics market data 2016: Global production capacities of bioplastics 2016-2021. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP\\_Bioplastics\\_market\\_data\\_report\\_2016.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Bioplastics_market_data_report_2016.pdf)

<sup>122</sup> European Bioplastics Op. Cit.



Fig. 4 - Embalagens alimentares em PLA, **European Bioplastics**.

Fonte: <http://www.european-bioplastics.org/market/applications-sectors/>

### 3.2.2 Serviços de *catering*:

O hábito de comer em espaços exteriores, de levar comida pronta ou comer enquanto nos deslocamos são tendências crescente derivada dos estilos de vida modernos. Este mercado tem cada vez mais procura de produtos (copos, pratos, talheres etc) para eventos e infraestruturas como centros comerciais e restaurantes. Isto está também relacionado com a necessidade soluções de embalagens mais flexíveis. Como resultado existe uma grande procura de soluções alternativas aos plásticos comuns – bioplásticos compostáveis, para o segmento de *catering* e restauração. Os produtos existentes, e fornecidos por várias marcas, vão desde copos, talheres, taças, pratos e caixas.<sup>123</sup>

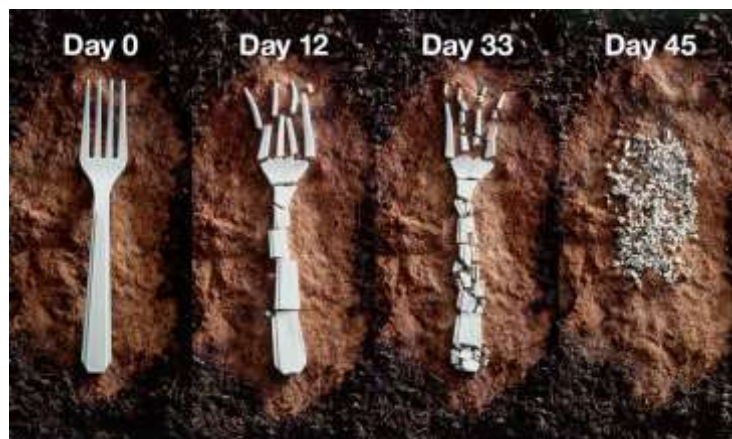
---

<sup>123</sup> Ibid.



Fig. 5 - Contentores e talheres em bioplástico compostável, **Evan Frost, MPR News.**

O café do Capitólio, nos Estados Unidos, serve a comida em contentores compostáveis e fornece os talheres, também compostáveis. No fim da refeição é depositar os mesmos juntamente com o remanescente de comida, no contentor assinalado para o lixo orgânico.



Fonte: <https://www.mprnews.org/story/2017/02/10/will-business-community-adopt-compostable-dishware>

Fig. 6 – Processo de decomposição de um garfo compostável

Fonte: <http://150.cargill.com/150/en/SUSTAINABLE-SPORTS.jsp>

### 3.2.3 Agricultura e horticultura

Os polímeros biodegradáveis oferecem vantagens específicas no ramo agrícola e hortícola. A aplicação mais importante e onde estão a ser feitos rápidos avanços no desenvolvimento são os filmes plásticos para *Mulch*<sup>124</sup>. Depois de a cultura ser recolhida o filme plástico, desde que biodegradável pode ser triturado juntamente com o solo, evitando a operação de recolha que é realizada no caso dos filmes plásticos comuns. Estes filmes normalmente não são reutilizados no ano seguinte porque ficam fragilizados pelo uso e são difíceis de reciclar por conterem muitos contaminantes (pedras, terra e restos de plantas). Outras aplicações são os vasos de plantas para propagação/cultivo de plantas, armadilhas de feromonas para insetos, e pastilhas de fertilizantes. Por serem biodegradáveis em nenhuma destas aplicações os plásticos têm que ser recolhida depois de usadas.<sup>125 e 126</sup>



Fig. 7 – Técnica de mulching

Fonte: <http://biobagusa.com/products/agricultural-film/>

---

<sup>124</sup> A técnica de Mulching consiste em tapar a cultura agrícola com filme plástico opaco de forma a impedir o crescimento de ervas daninhas, evitando o uso de herbicidas. Esta técnica também protege os cultivos de agentes atmosféricos. *In Técnica Mulching na agricultura* In Macoglass [Em linha] Valladolid [Consult em: Janeiro 2017] Disponível em:

[http://www.macoglass.pt/content/plastico\\_agricultura\\_plastico\\_acolchoado\\_artigo.html](http://www.macoglass.pt/content/plastico_agricultura_plastico_acolchoado_artigo.html)

<sup>125</sup> THIELEN, Michael – **Bioplastics : basics, applications, markets**. 1a Ed. Mönchengladbach: Polymedia Publisher, 2012. ISBN 978-3-9815981-1-0. pp59 e 70.

<sup>126</sup> European Bioplastics – **Publications** [Em linha] Berlim: European Bioplastics: 2016 [Consult. em Janeiro 2017] Bioplastics market data 2016: Global production capacities of bioplastics 2016-2021. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP\\_Bioplastics\\_market\\_data\\_report\\_2016.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Bioplastics_market_data_report_2016.pdf)

### 3.3 Normas, Certificações e rotulagem

Os plásticos e embalagens compostáveis podem ser definidas como produtos que quando introduzidos ambientes de compostagem com outros resíduos orgânicos, são biodegradáveis e não acarretam nenhum inconveniente nem para o processo nem para o composto nem para o ambiente.<sup>127</sup>

Atualmente os critérios de compostagem para embalagens e produtos estão muito bem regulados na União Europeia e um pouco por todo o mundo.<sup>128</sup>

#### 3.3.1 Normas

EN 13432:2000 Embalagens. Requisitos para a recuperação de embalagens através de compostagem e biodegradação. Programa de testes e Critérios de Avaliação para a aceitação final da embalagem;

Esta é uma norma comum ligado à Diretiva Europeia sobre embalagens e Resíduos de Embalagem - *European Directive on Packaging and Packaging Waste (94/62/EC)*. Indica os pressupostos em conformidade com os requisitos essenciais da directiva. Foi traduzida e implementada em todos os estados membros.<sup>129</sup>

EN 14995:2006 Plásticos – Avaliação de Compostabilidade. Programa de teste e especificações

Quase idêntica à EN 13432, abrange os plásticos quando utilizados em aplicações diferentes das embalagens. Quando os plásticos são utilizados em embalagens então aplica-se a EN 13432.<sup>130</sup>

ISO 17088:2008 - Especificação para plásticos Compostáveis

Foi apresentada pela ISO, representa o *benchmark* internacional no que toca a plásticos compostáveis. Em termos de conteúdo é muito semelhante à Norma Europeia

---

<sup>127</sup> European Bioplastics – **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Novembro 2016, [ Consult. Dezembro de 2016] Bioplastics – Industry standards & labels: Relevant standards and labels for bio-based and biodegradable plastics Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EUBP\\_FS\\_Standards.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EUBP_FS_Standards.pdf)

<sup>128</sup> Ibid. Ibidem

<sup>129</sup> THIELEN, Michael op. cit. p. 82

<sup>130</sup> European Bioplastics. Op. cit.

13432 e à ATSM D 6400 (apresentado seguidamente). A ISO 17088 é uma referencia muito revelante nos países onde não existem referencias nacionais.<sup>131</sup>

### Outras normas relevantes

Outras normas relevantes no que respeita à compostabilidade são a Norma Americana ATSM D 6400-04 - “*Standard Specification for Compostable Plastics*” e a Canadiana BNQ – 9011-911/2007 – “*Compostable plastic bags*”. As abordagens, critérios e conteúdos são semelhantes aos das normas Europeias.<sup>132</sup>

### 3.3.2 Certificação e Rotulagem

De forma a comprovar a conformidade com a norma, o material ou produto têm que ser certificados por uma entidade reconhecida e independente (p. ex. entidades certificadoras). A certificação relaciona-se com as normas de teste da EN 13432/ EN 14995 com a aplicação dos logotipos (marcas/selos) que permitem a identificação e o manuseamento adequado dos produtos no mercado. A certificação de produtos garante que não só o plástico é compostável mas também os componentes do produto, (p. ex. cores, selos, colas) e no caso das embalagens o próprio conteúdo residual (restos de comida).<sup>133</sup>

A certificação de produtos compostáveis é um processo em dois passos<sup>134</sup>:

- Os testes para a verificação da compostabilidade em concordância com metodologias de teste reconhecidas (EN 13432 / EN 14995) só podem ser realizadas e documentadas por laboratórios certificados. Todos os resultados dos testes e documentação relevante têm que ser submetidos ao organismo de certificação pelo requerente (produtor da resina), se passar o produto vai ser incluído na lista positiva.

---

<sup>131</sup> Ibid. Ibidem

<sup>132</sup> SPI: The Plastic Industry Trade association – **Plastics Market Watch: Watching Bioplastics** [Em linha] Washington, 2016 [Consult. em Janeiro 2017] Disponível em: [https://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~pl\\_PL/function/conversions:/publish/common/upload/biodegradable\\_plastics/plastics\\_market\\_watch\\_bioplastics.pdf](https://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~pl_PL/function/conversions:/publish/common/upload/biodegradable_plastics/plastics_market_watch_bioplastics.pdf)

<sup>133</sup> Ibid. Ibidem

<sup>134</sup> Ibid. Ibidem



- Os produtos que que passam no teste podem exibir o selo de certificação de compostável. Existe verificação aos produtos de forma periódica para garantir que o que está a ser vendido está conforme o que foi submetido para certificação.

Por exemplo o logo *seedling* (figura 5) que é propriedade da *European Bioplastics* está licenciado a diferentes organismos de certificação e está a ser utilizado em vários países. De uma forma geral, os logotipos são propriedade e geridos por organizações específicas, com sede em locais específicos, no entanto podem ser aceites e usados noutros países.<sup>135</sup>



Fig. 8 - European Bioplastics, Seedling Logo

O logo *seedling* propriedade da *European Bioplastics*, prova que o produto é certificado como compostável em instalações de compostagem industrial de acordo com a norma Europeia EN 13432.

fonte: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/labels/>

### 3.3.3 Certificação de compostagem

Estas certificações referem-se à compostagem de embalagens em ambiente controlado e em instalações industriais (EN 13432) ou de uma forma geral aos plásticos (EN 14995, ASTM D6400).<sup>136</sup>

A relação de tempo de conversão do carbono constituinte do material em CO<sub>2</sub>, a perda de propriedades físicas (peso e tamanho) como as propriedades toxicológicas do composto produzido são medidas em laboratório.<sup>137</sup> A desintegração é verificada testando

<sup>135</sup> European Bioplastics. Op. cit.

<sup>136</sup> THIELEN, Michael – **Bioplastics : basics, applications, markets**. 1a Ed. Mönchengladbach: Polymedia Publisher, 2012. cit. p.83

<sup>137</sup> European Bioplastics– **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Novembro 2016, [ Consult. Dezembro de 2016] Bioplastics – Industry standards & labels: Relevant

amostras do produto final em condições de compostagem. No caso da amostra se desintegrar, a espessura original é considerada como o máximo permitido para ser utilizado no produto final. Por exemplo se um determinado material com espessura de 1mm se desintegrar nos tempos estipulados pela norma, produtos com espessura inferior são considerados desintegráveis, caso a espessura seja 1,1mm o produto tem que ser testado outra vez, porque a desintegração não pode ser garantida.<sup>138</sup>

Se um determinado polímero certificado como compostável for aplicado num produto, este não fica automaticamente aprovado como compostável, é necessário que seja testado. Durante os testes, o produto a ser testado deve estar conforme é vendido aos consumidores (com as tintas, etiquetas, tampas e etc.) nas tecnologias e materiais finais. Estes elementos influenciam a degradação.

Os testes periódicos são obrigatórios de forma a garantir que os materiais e componentes dos mesmos se encontram nas mesmas condições que o produto inicialmente testado – sem efeitos negativos.<sup>139</sup> Se os bioplásticos e os produtos feitos a partir deles respeitarem os requisitos das normas existentes podem ser registados e ter o direito a apresentarem o logo apropriado.

Os testes para certificação de acordo com a EN 13432/EN 14995 preveem<sup>140</sup>:

- Testes químicos: Divulgação de todos os constituintes químicos. Os valores limite para a presença de metais pesados devem ser respeitados;
- Biodegradação em ambiente de compostagem controlado: Deve ser feita prova de que pelo menos 90% do material orgânico é convertido em CO<sup>2</sup> e matérias neutras, em 6 meses;
- Desintegração: Após 3 meses o composto e o remanescente são crivados numa malha com 2mm de espaçamento, e apenas 10% da massa inicial pode ser detetável no crivo;

---

standards and labels for bio-based and biodegradable plastics Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EUBP\\_FS\\_Standards.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EUBP_FS_Standards.pdf)

<sup>138</sup> Ibid. Ibidem

<sup>139</sup> Ibid. Ibidem

<sup>140</sup> European Bioplastics – **Certification** [Em linha] Berlim [Consult. Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/certification/>

- Teste práticos de compostabilidade: Não pode haver influencia negativa no processo de compostagem;
- Teste de ecotoxicidade: Inspeção do efeito do composto resultante no crescimento de plantas (teste agronómico);

O produto em análise deve passar todos os testes.<sup>141</sup>

Na Europa os logotipos da DIN CERTCO – Alemanha (Figura 3) e Vinçotte – Bélgica (figura 4) pertencem a associações de certificação independentes desses países. Nos Estados Unidos da América as certificações são geridas pela BPI (*Biodegradable Products Institute*) (Figura 5).

Estes estabelecem a uma certificação em conformidade com as normas para os materiais, e confirmam o direito do fabricante a expor o selo adequado, para o produto compostável. Um material que tem o direito a ter a marca de compostável degrada-se completamente numa instalação de compostagem no período de 6 a 12 meses.<sup>142</sup>

A norma europeia EN 13432 é apoiado por outros requisitos relacionados que incluem a diretiva europeia de embalagens (EU *Packaging Directive* 94/62/EG) e o rascunho para uma diretiva europeia de lixo orgânico (EU *Biowaste Directive*). Os reguladores Alemães (WO) que gerem a forma como as embalagens usadas são tratadas recomendaram que fosse acrescentada uma regulamentação especial para as embalagens plásticas certificadas como compostáveis, feitas de bioplásticos, que as isenta de impostos. No entanto o produtor e o vendedor devem garantir que o maior número de unidades possível é reclamado e reconvertido.<sup>143</sup>

---

<sup>141</sup> Ibid. Ibidem

<sup>142</sup> Ibid. Ibidem

<sup>143</sup> THIELEN, Michael – **Bioplastics : basics, applications, markets**. 1a Ed. Mönchengladbach: Polymedia Publisher, 2012. p.84



Fig. 9 - DIN CERTCO, Industrial Compostable logo.

Selo aplicável aos produtos certificados pela DIN CERTCO como compostáveis em instalações industriais.

Fonte: [http://www.dincertco.de/en/dincertco/produkte\\_leistungen.html](http://www.dincertco.de/en/dincertco/produkte_leistungen.html)



Fig. 10 - Vincotte, OK-compost

Selo aplicável aos produtos certificados pela Vincotte como compostáveis em instalações industriais.

Fonte:  
[http://www.usobio.it/en/images/stories/ok\\_co.jpg](http://www.usobio.it/en/images/stories/ok_co.jpg)



Fig. 11 - BPI US Composting Council, Compostable

Selo aplicável aos produtos certificados pela BPI como compostáveis em instalações industriais.

Fonte: <http://compostingcouncil.org/compostable-logo-project/>

Os organismos de certificação mencionados oferecem também a certificação para compostagem doméstica, ou seja o ambiente de biodegradação é o compostor de jardim. O ambiente do compostor doméstico difere bastante dos industriais<sup>144</sup>:

- Menor volume de resíduos;
- Temperatura muito variável e mais baixa;
- População de organismos desconhecida;

<sup>144</sup> OK compost – **Compostability: FAQ** [Em linha] Vincotte, Bélgica [Consult. em Janeiro 2017]  
Disponível em: <http://www.okcompost.be/en/recognising-ok-environment-logos/ok-compost-amp-ok-compost-home/>

Por estas razões este processo demora mais tempo e é mais difícil. Esta certificação foi criada para garantir que os produtos destinados a este fim (p. ex. sacos de plástico para separação de lixos orgânicos) têm uma biodegradação completa e garantida. Estes materiais também podem ser inseridos nas infraestruturas de compostagem industrial mas o contrário já não é possível.<sup>145</sup>



Fig. 12 - DIN CERTCO, Din Certco Home Compostable

Selo aplicável aos produtos certificados como compostáveis em ambiente doméstico

.  
Fonte: [http://www.dincertco.de/en/dincertco/produkte\\_leistungen/zertifizierung\\_produkte/](http://www.dincertco.de/en/dincertco/produkte_leistungen/zertifizierung_produkte/)



Fig. 13 - Vinçotte, OK home compostable

Selo aplicável aos produtos certificados como compostáveis em ambiente doméstico

. Fonte: <http://www.okcompost.be/en/home/>



Fig. 14 - BPI US Composting Council, Compostable

Selo aplicável aos produtos certificados pela BPI como compostáveis em ambiente doméstico

Fonte: <http://compostingcouncil.org/compostable-logo-project/>

<sup>145</sup> OK compost – **Home compostability** [Em linha] Vinçotte, Bélgica [Consult. em Janeiro 2017]  
Disponível em: <http://www.okcompost.be/en/recognising-ok-environment-logos/ok-compost-amp-ok-compost-home/>

### 3.3.4 Certificação quanto ao conteúdo orgânico

Como já foi mencionado, a origem biológica (recursos renováveis) dos plásticos está a ter mais relevância do que a sua compostabilidade. Também os esforços para ter maior confirmação e quantificação do material com origem orgânica aumentaram. As certificações em questão tem por base o conteúdo de carbono, que pode ser medido com precisão aplicando o método de medição por carbono <sup>146,147</sup>. A *American Standards* ATSM D6866 dá indicações de como é que o conteúdo de carbono deve ser medido (C<sup>12</sup> vs C<sup>14</sup>).

A Viçotte, foi a primeira a oferecer certificação, o “OK Biobased”. Este logo apresenta sob a forma iconográfica de estrelas a quantidade de conteúdo biológico do produto com alcance máximo de 4 estrelas. (1 estrela de 20 a 40%, 2 estrelas de 40 a 60%, 3 estrelas de 60% a 80 % e 4 estrelas mais de 80%). A DIN CERTCO também oferece uma classificação semelhante. Nos Estados Unidos também existe um sistema de classificação em que o conteúdo de origem biológica é dado em grupos de percentagem. Nos últimos anos tem decorrido neste país um programa que obriga os organismos públicos a adquirirem produtos que tenham o máximo possível de conteúdo biológico, vindo de fontes renováveis, chamado “*BioPreferred*”.<sup>148</sup>



Fig. 15 - DIN CERTCO, Din Certco Biobased

Selo aplicável aos produtos certificados com conteúdo de origem orgânico.

Da direita para a esquerda é possível verificar que os três selos correspondem a diferentes conteúdos: 1º selo 20 a 50%; 2º selo 50 a 85%; 3º selo mais de 85%.

Fonte: [http://www.dincertco.de/en/dincertco/produkte\\_leistungen/zertifizierung\\_produkte/](http://www.dincertco.de/en/dincertco/produkte_leistungen/zertifizierung_produkte/)

<sup>146</sup> Beta Analytic – **The world of bioplastics** [Em linha] Beta Analytic [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em: <https://www.betalabservices.com/biobased/bioplastics.html>

<sup>147</sup> European Bioplastics – **Labels for bioplastics** [Em linha] European Bioplastics, Berlin [Consult. em Fevereiro de 2017] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/labels/>

<sup>148</sup> THIELEN, Michael – **Bioplastics : basics, applications, markets**. 1a Ed. Mönchengladbach: Polymedia Publisher, 2012. ISBN 978-3-9815981-1-0.pp. 82 e 83.

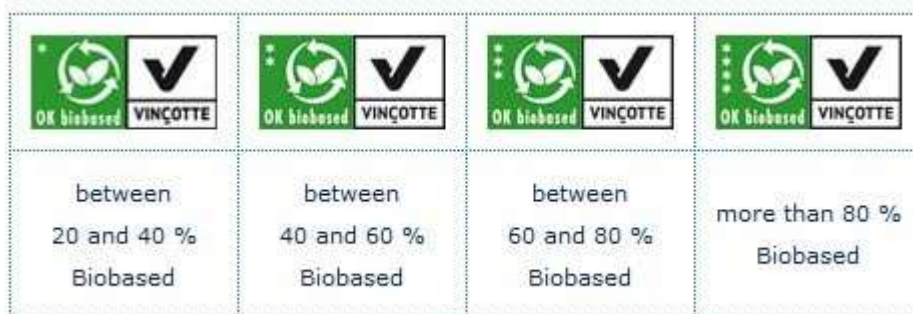


Fig. 16 - Vinçotte, **OK biobased**

Selo aplicável aos produtos certificados com conteúdo de origem orgânico. Da direita para a esquerda é possível verificar que os quatro selos correspondem a diferentes conteúdos: 1º selo 20 a 40%; 2º selo 40 a 60%; 3º selo 60 a 80%; 4º selo mais de 80%.

Fonte: <http://www.okcompost.be/en/home/>

O termo biodegradável e compostável só não são ambíguos com a devida informação explícita: tipo de ambiente e tempo de degradação. Um produto ou material que seja publicitado como biodegradável deve ser acompanhado das especificações do ambiente envolvente, dos níveis de biodegradação e do tempo que demora a degradação<sup>149</sup>, estes dados conseguem ser explícitos com a certificação e os devidos selos.

Mesmo o conteúdo orgânico deve estar explícito através dos logotipos correspondentes.

Estes tipos de certificação permitem ao público fazer a correta separação dos seus resíduos, sendo necessário que existam infraestruturas para tratarem os mesmos.

<sup>149</sup> European Bioplastics – **Publications** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Janeiro 2016 [Consult. em Janeiro 2017] What are bioplastics: Material types, terminology, and labels – an introduction. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP\\_fs\\_what\\_are\\_bioplastics.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_what_are_bioplastics.pdf)

### 3.4 Cenários para o fim-de-vida dos bioplásticos compostáveis

Quando os bioplásticos, não só os compostáveis, se tornarem lixo, surgem questões importantes em relação à sua recolha e recuperação. Os bioplásticos podem ser recolhidos com outras embalagens, lixo residual ou com lixo orgânico.

O impacto destes três cenários são os seguintes<sup>150</sup>:

**Cenário 1:** Se os bioplásticos cumprirem com as instruções de classificação, serão seletivamente separados. Assim as possibilidades de fim de vida serão:

- **Reciclagem:** É possível fazer-se a reciclagem de bioplásticos se houver equipamento de separação adaptado, quantidade suficiente de bioplásticos para recolher, materiais homogêneos, estruturas de reciclagem sustentáveis e mercado para absorver o material reciclado. É de referir que o material que existe misturado não pode ser separado e que existe um grande risco de contaminação do processo de reciclagem de PET se apenas 0,1% do PLA entrar no processo - o risco prende-se com o facto de os materiais terem a mesma aparência. Este risco existe porque marcas como a BIOTA (marca de água engarrafada) iniciaram um processo de reformulação das suas embalagens de plástico, originalmente em PET, para uma garrafas em PLA. Estas garrafas não conseguem ser separadas por diferenciação visual dadas as semelhanças entre os materiais (PET e PLA).<sup>151</sup>
  - **Gaseificação ou inceneração com recuperação energética:** é uma melhor opção do que a compostagem. De notar que nem todos os bioplásticos são biodegradáveis e na Europa existe uma grande procura de infraestruturas para gaseificação;
  - **Compostagem:** É uma possibilidade se não existirem outras infraestruturas de recuperação. Nem todos os bioplásticos são compostáveis e a certificação é essencial na sua identificação;
  - **Lixeiras:** É a opção menos viável de todas;
- **Cenário 2 :** Se os bioplásticos forem deitados no caixote do lixo indiferenciado, existe um risco acrescido de terminarem o seu ciclo de vida num aterro ou lixeira - a opção de fim de vida menos viável - no entanto podem ser incinerados para recuperação energética (melhor opção energética que a compostagem, mas com

---

<sup>150</sup> Pro Europe - **Fact Sheet on bioplastics** [Em linha] Bruxelas, 2009 [Consult. em Dezembro 2016]  
Disponível em: <http://www.pro-e.org/Fact-sheet-on-bioplastics.html>

<sup>151</sup> BIOTA Colorado Pure – **FAQ** [Em linha] Colorado [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em:  
<http://www.biotaspringwater.com/index3811.html?q=bottle>



emissões de gases com efeito de estufa). Alguns países fazem a separação dos lixos indiferenciados em processos de triagem nas instalações de tratamento de resíduos e nesses casos será posto o cenário 1;

- **Cenário 3:** Só uma minoria dos cidadãos têm acesso a recolha seletiva do lixo orgânico. Para aqueles que têm, estão normalmente proibidos de deitar embalagens de plástico nos mesmos porque haveria um aumento de contaminantes e a consequente diminuição da qualidade do composto. De notar que nem todos os bioplásticos são compostáveis. Neste cenário dois fins-de-vida são possíveis para o lixo orgânico.
  - Gaseificação: muito poucas infraestruturas existem e nem todas estão adaptadas para tratarem embalagens.
  - Compostagem: uma solução menos apta em termos energéticos do que a recuperação (gaseificação ou incineração), poucas infraestruturas estão adaptadas para tratarem embalagens (estas são filtradas à entrada das instalações e terminam na fração de resíduos). Algumas entidades de tratamento de resíduos estão no entanto preparadas para o tratamento deste tipo de embalagem.

Dos três cenários detalhados é clarificado que o benefício ambiental do tratamento dos materiais está altamente dependente das infraestruturas existentes nos países em que são comercializados e da sensibilização dos utilizadores para que façam a sua separação.

É importante realçar que a taxa *Green Dot*<sup>152</sup> só está ligada ao fim-de-vida dos materiais e procura financiar a recuperação e reciclagem do lixo de embalagens de forma a serem atingidos os objetivos da União Europeia de uma forma eficiente. A taxa não existe para promover um tipo de material em relação a outros. Um tratamento especial aos bioplásticos, como uma taxa de recuperação reduzida comparando a outros plásticos ainda não é justificada e seria injusta, visto que os bioplásticos não são a melhor solução

---

<sup>152</sup> Taxa Ponto Verde. Pro Europe – **The green dot** [Em linha] Bruxelas [Consult. em Fevereiro 2017]  
Disponível em: <http://www.pro-e.org/Overview.html>

técnica para proteger todos os produtos e não está ainda provado que são ambientalmente superiores quando comparados com outros plásticos de origem fóssil.<sup>153</sup>

### 3.5 Estudos de caso

#### Áustria

Um relatório de Maio de 2008, preparado pela *Higher Technical Education Institute* (TGM) em Viena, retirou uma série de conclusões sobre as possibilidades de separar, reciclar, e compostar biopolímero<sup>154</sup>:

- Em instalações de separação automatizadas os bioplásticos podem ser detetados como “não-PET”. Contudo nas infraestruturas de separação manual tal não é possível (p. ex. distinguir PLA do PET).
- Pequenas quantidades de PLA (0,1%) misturado com PET, afeta a qualidade do produto reciclado e diminui o seu valor de mercado.
- Na compostagem doméstica quando comparada com a compostagem industrial, a degradação é mais lenta, se acontece de todo. Por exemplo, o PLA não se desintegra de todo na compostagem doméstica – sendo crucial a devida identificação e certificação dos plásticos que podem ser compostáveis em ambiente doméstico.

#### Bélgica

A *Fost Plus*<sup>155</sup> fez um estudo que visa as melhores opções de gestão de lixo para as embalagens compostáveis a serem tratadas industrialmente na Bélgica<sup>156</sup>.

As principais conclusões são que, quando se refere a embalagens a serem compostadas industrialmente, a recuperação energética é a opção ao momento mais

---

<sup>153</sup> Pro Europe - **Fact Sheet on bioplastics** [Em linha] Bruxelas, 2009 [Consult. em Dezembro 2016]  
Disponível em: <http://www.pro-e.org/Fact-sheet-on-bioplastics.html>

<sup>154</sup> Pro Europe - **Fact Sheet on bioplastics** [Em linha] Bruxelas, 2009 [Consult. em Dezembro 2016]  
Disponível em: <http://www.pro-e.org/Fact-sheet-on-bioplastics.html>

<sup>155</sup> Membro Belga da PRO EUROPE – a PROEUROPE é um organismo que aglomera várias associações a nível mundial que asseguram a implementação de boas práticas no sector da recolha e reciclagem de embalagens. A Sociedade Ponto Verde é o membro português.

<sup>156</sup> Pro Europe. Op. cit.

vantajosa do ponto de vista ambiental, logístico e económico<sup>157</sup>. As conclusões relatadas deste estudo foram:

- A compostagem industrial é menos adequada do que a inceneração com recuperação energética.
- Nem todos os cidadãos têm acesso à recolha diferenciada de lixo orgânico.
- A maioria das estruturas de compostagem não estão preparadas para tratarem embalagens de plástico compostáveis;
- Os estudos demonstraram que quando as embalagens são compostáveis, os consumidores tendem a acreditar que podem compostar as mesmas em casa, apesar de este ser apenas o caso quando as embalagens afirmam claramente que são indicadas para compostagem doméstica – p. ex. se apresentarem o selo da Vinçotte “*Home Compostable*”.
- Sem as infraestruturas adequadas e um sistema de recolha eficiente, a comunicação ao consumidor sobre a compostabilidade das embalagens deveria ser evitada, a não ser que esta possa ser feita em casa – compostagem doméstica.

## França

A *Eco-Emballages* (membro Francês do PRO EUROPE) Conduziu um estudo em 2006 com o objetivo de comparar polímeros de diferentes origens e de avaliar o fim-de-vida das embalagens de plástico.<sup>158</sup>

- Os plásticos *bio-based* são interessantes em termos de emissões de gases com efeito de estufa e no consumo de recursos não renováveis.
- O consumo de água parece ser a grande parcela ambiental para estes plásticos;
- A melhor opção de fim-de-vida para estes polímeros é a inceneração com a recuperação energética;

---

<sup>157</sup> Ibid. Ibidem

<sup>158</sup> Pro Europe - **Fact Sheet on bioplastics** [Em linha] Bruxelas, 2009 [Consult. em Dezembro 2016]  
Disponível em: <http://www.pro-e.org/Fact-sheet-on-bioplastics.html>

- Em LCA (avaliação do ciclo de vida) a fase de produção dos bioplásticos tem um impacto ambiental muito mais significativos que o seu fim-de-vida.
- Com base na tecnologia presente, em aplicações e nas opções de fim-de-vida, os produtos com origem orgânica não apresentam qualquer interesse ambiental.

## Itália

Uma iniciativa desenvolvida em Milão sobre a aplicação de sacos de bioplástico compostáveis (compostagem industrial) ilustra o impacto que o esforço coordenado ao longo da cadeia de valor, pode aumentar a quantidade de nutrientes que podem ser devolvidos ao solo.<sup>159</sup> Em 2011 a cidade de Milão registou a recolha separada de 28kg de resíduos alimentares, por habitante/ano, que significava uma taxa de recolha de 19%. O resíduo alimentares eram recolhidos somente em atividades de comércio como restaurantes, supermercados, hotéis e escolas. Os resíduos alimentares domésticos, ou seja os resíduos feitos em casa, não eram recolhidos e não eram compostados visto que a maioria dos habitantes da cidade (cerca de 80%) vivem em prédios sem espaço exterior para terem um compostor doméstico.<sup>160</sup>

Parte do projeto foi aumentar a quantidade recolhida destes resíduos. Foi fornecido aos habitantes um recipiente específico (caixote arejado) destinado a estes resíduos e sacos compostáveis da marca Novamont. Depois da oferta inicial as pessoas podiam adquirir sacos compostáveis para continuarem a separar os lixos, ou utilizar os sacos para transportar compras oferecidos pelos supermercados (A legislação Italiana obriga desde 2011 obriga a que os sacos oferecidos pelos supermercados sejam de bioplástico e compostáveis, como forma de promover a separação de lixos orgânicos compostáveis).<sup>161</sup>

Este projeto teve um sucesso tremendo, a utilização dos sacos compostáveis para a separação de lixo orgânico aumentou as quotas deste tipo de resíduos nas instalações de compostagem em mais do triplo, chegando a 95kg por habitante/ano. O conteúdo médio

---

<sup>159</sup> TONUK, Damla **Making bioplastics: Na investigation of material-product relationships** Lancaster:[s.n], 2016. Tese de Doutoramento submetida à universidade de Lacaster. pp. 180-186

<sup>160</sup> World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, **The New Plastics Economy : Rethinking the future of plastics** [Em linha] 2016 [Consult. em Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. p 33

<sup>161</sup> Ibid. Ibidem

em peso, de materiais não-compostáveis foi de cerca de 4% e tem vindo a decrescer ao longo do tempo, permitindo a produção de composto de boa qualidade.<sup>162</sup>

Um estudo levado a cabo pelo CIC (Associação Italiana de Compostagem e Biogás) indica que se a recolha de resíduos orgânicos para compostagem for feita com sacos não-compostáveis de polietileno (o material comum de que os sacos de compras dos supermercados são feitos) o conteúdo de materiais não-compostáveis presentes no material recolhido é de 9%, enquanto que se a recolha for feita com sacos compostáveis a presença destes materiais pode descer até cerca de 1.4%.<sup>163</sup>

### 3.6 Benefícios, ambiguidades e desafios

Os bioplásticos compostáveis estão presentes em variadas aplicações, e o denominador comum entre estas é o facto de serem descartáveis – sejam para embalagens ou para produtos para a prática agrícola. No entanto é no contexto agrícola que a biodegradação apresenta os benefícios mais claros, como visto anteriormente, os bioplásticos compostáveis aplicados em embalagens devem ser separados para os contentores destinados ao lixo orgânico, e na triagem dos resíduos, os separadores devem estar preparados para os receber e identificar de forma a serem encaminhados para o tratamento correto. Logo, quando se aborda a temática de objetos descartáveis nestes materiais, é preciso ter em conta a existência de sistemas apropriados para um fim de vida correto – visto que a biodegradação só ocorre em ambientes específicos.<sup>164</sup>

---

<sup>162</sup>World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, The New Plastics Economy : Rethinking the future of plastics [Em linha] 2016 [Consult. em Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. p. 70

<sup>163</sup> TONUK, Damla **Making bioplastics: Na investigation of material-product relationships** Lancaster: [s.n], 2016. Tese de Doutoramento submetida à universidade de Lancaster. pp. 180-186

<sup>164</sup> Pro Europe - **Fact Sheet on bioplastics** [Em linha] Bruxelas, 2009 [Consult. em Dezembro 2016] Disponível em: <http://www.pro-e.org/Fact-sheet-on-bioplastics.html>

Em 2005 no *Catholic World Youth Day*, foram utilizados 7 milhões unidades de produtos de *catering* compostáveis, que sem estes materiais teriam sido difíceis de tratar de forma correta devido ao alto conteúdo orgânico deixado pelos restos de comida.<sup>165</sup>

O festival de música português NOS Primavera Sound 2017, tem vindo a reestruturar o seu sistema de embalagens e resíduos e no ano 2017 introduziu a obrigação do uso de embalagens compostáveis para alimentos, aos comerciantes que vendiam comida no recinto. Estas embalagens, depois de usadas foram reencaminhadas para a revalorização orgânica (compostagem industrial) pela Lipor<sup>166, 167</sup>

Outra aplicação no ramo agrícola para além do filme para *mulching*, são os *clips* utilizados para orientar o crescimento de plantas, como por exemplo de tomateiros

. Quando os tomates crescem em estufas, há muitos anos que são utilizados clips de plástico para segurar o pé da planta ao seu suporte vertical, permitindo que as plantas cresçam direitas para facilitar a apanha dos frutos. Depois de colhidos os frutos, os clips são descartados como lixo, quando estes clips são compostáveis, podem ser descartados juntamente com os resíduos verdes produzidos na plantação (Figura 17). Apesar do custo de aquisição serem superiores, quando comparados com os plásticos convencionais, estes oferecem um benefício financeiro maior, por não ser necessário uma recolha especial para os ditos clips, tal como os custos ambientais são menores. Existem outros exemplos de produtos utilizados em práticas agrícolas que beneficiam os agricultores por serem compostáveis ou biodegradáveis. Os benefícios passam pelo facto de estes materiais poderem ser deixados no terreno, onde vão sofrer biodegradação ficando integrados no solo, sem perigos de toxicidade.<sup>168</sup>

---

<sup>165</sup> THIELEN, Michael – **Bioplastics : basics, applications, markets**. 1a Ed. Mönchengladbach: Polymedia Publisher, 2012. ISBN 978-3-9815981-1-0. P

<sup>166</sup> A LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto – é a entidade responsável pela gestão, valorização e tratamento dos Resíduos Urbanos produzidos pelos oito municípios que a integram: Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde. In Lipor – **Quem somos** [Em linha] Lipor [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em: <https://www.lipor.pt/pt/a-lipor/quem-somos/historial/>

<sup>167</sup> Porto. (06 de Julho 2017) – **NOS primavera sound: um festival cada vez mais verde** [Em linha] Porto.pt [Consult. em Outubro 2017] Disponível em: <http://www.porto.pt/noticias/nos-primavera-sound-um-festival-cada-vez-mais-verde>

<sup>168</sup> THIELEN, Michael. Op. cit.



Fig. 17 - Frutos de tomateiro suportados por clip biodegradável

Fonte: <http://www.amaplas.com/ViewProduct.aspx?GroupID=0&InventoryID=7797&CategoryID=>

Sendo possível concluir que com um sistema integrado de educação do público, recolha seletiva e tratamento apropriado estes materiais têm um impacto positivo nos segmentos da agricultura e horticultura, tal como em localizações e eventos onde existe uma recolha seletiva controlada, onde é possível acordar com as entidades de tratamento de resíduos o destino correto dos objetos descartáveis compostáveis.

Assim os benefícios passam por:

- Opção de Recuperação alternativa para produtos difíceis de reciclar devido á contaminação por lixo orgânico (p.ex. embalagens alimentares, artigos para servir comida);
- Opção adicional de recuperação alternativa para embalagens em que a reciclagem é difícil (materiais multicamada com películas metalizadas – p.ex. sacos de batata frita, *snacks.*);
- Menores taxas para a compostagem do que para aterros ou inceneração.
- Potenciais poupanças de custos para os municípios que consigam entregar lixo orgânico menos contaminado às instalações de compostagem;
- Possibilidade de comunicar ao público mensagens ambientais sobre separação de lixo em casa (na fonte), recuperação orgânica e benefícios de compostagem (ex.

manuais de separação de lixo orgânico<sup>169</sup>) levando ao aumento de qualidade da separação na fonte;

- Maior aceitação e participação em esquemas de recolha de lixo orgânico (p.ex. sacos);
- Redução de contaminantes por plásticos não compostáveis no lixo orgânico nas instalações de compostagem;
- Diminuição da necessidade de sistemas de triagem intensos em infraestruturas de compostagem, com a consequente redução de impactos financeiros e ambientais;
- Menor contaminação do composto final;
- Vantagens técnicas: Os bioplásticos compostáveis conseguem equilibrar o rácio de carbono/azoto do lixo orgânico;
- Os bioplásticos compostáveis podem atuar como agentes de volume melhorando a gestão de humidade, arejamento da matéria-prima e controlo de odores.

Os desafios:

- Perigo de aumento de contaminação da matéria-prima orgânica:  
Quando são introduzidos produtos compostáveis na recolha de lixos orgânicos e nos sistemas de compostagem, existe o perigo de aumentar as taxas de contaminantes. No entanto projetos piloto que lidaram com a introdução e uso de produtos em bioplásticos biodegradáveis e compostáveis não mostraram alterações significativas na quantidade de contaminantes (produtos não compostáveis) nos contentores de recolha. O comportamento apropriado das pessoas na separação dos seus lixos está relacionado com as intensivas campanhas de informação durante o projeto e não com os produtos compostáveis em si. No longo prazo a identificação dos produtos, comunicação e rotulagem devem ser monitorizadas e geridas de forma adequada para evitar os riscos referidos<sup>170</sup>.
- A exclusão de sistemas de triagem intensiva dos sistemas de compostagem:

---

<sup>169</sup> EuPC – European Plastics Converters – **Bioplastics & Biodegradability: Questions and answers** [Em linha] EuPC, Bruxelas [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em: <http://www.europeanplasticfilms.eu/docs/EuPC-Bioplastics-FAQ.pdf>

<sup>170</sup> Pro Europe. Op. Cit.



Quando o processo de compostagem é considerado, existem vários métodos e tecnologias de pré-tratamento. Nalguns casos o primeiro passo do processo é um processo intensivo de triagem mecânica incapaz de distinguir se um produto é compostável ou não. Isto pode levar à exclusão de uma série de produtos destinados à compostagem<sup>171</sup>.

- A falta de uniformidade entre sistemas de gestão de resíduos ao nível local e nacional:

Dificulta o desenvolvimento de políticas gerais e/ou legislação que possa promover o uso de plásticos certificados. Sendo necessidade o desenvolvimento de infraestruturas de compostagem em muitos países<sup>172</sup>.

### 3.6.1 Ambiguidades

Ainda existe alguma controvérsia quando se fala de plásticos biodegradáveis e compostáveis<sup>173</sup>. O descarte por compostagem é uma nova opção e uma melhoria para os produtos de plástico de certas categorias, no entanto a compostagem por si só não traz nenhum tipo de benefício, são necessários sistemas que valorizem o composto e melhorem a recolha e a triagem destes materiais, de forma a limitar as contaminações. Michael Thielen afirma que neste ramo a compostagem não é mais do que uma “incineração a frio”<sup>174</sup>. No entanto os bioplásticos compostáveis têm como barreira os sistemas nacionais e locais de recolha, triagem e de tratamento de lixo, porque muitos ainda não estão preparados para estes materiais.

---

<sup>171</sup> Pro Europe Op. Cit.

<sup>172</sup> EuPC – European Plastics Converters – **Bioplastics & Biodegradability: Questions and answers**  
[Em linha] EuPC, Bruxelas [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em:  
<http://www.europeanplasticfilms.eu/docs/EuPC-Bioplastics-FAQ.pdf>

<sup>173</sup> THIELEN, Michael. Op. cit. p. 69

<sup>174</sup> Ibid.

## Sustentabilidade

Geralmente os bioplásticos são descritos como ambientalmente superiores aos plásticos tradicionais, apesar de esta conceção não estar totalmente correta.<sup>175</sup>

O facto de alguns bioplásticos serem biodegradáveis ou com base em biomassa não é sinónimo de serem ‘amigos do ambiente’ ou sustentáveis, mas representam uma alternativa mais adequada para o tratamento de fim-de-vida de objetos descartáveis e utilização única, que pode ter ou não benefícios ambientais. A sustentabilidade deve ser analisada produto a produto, a aplicação destes materiais só por si não significa que um determinado produto é menos poluente. Significa apenas que os polímeros têm origem total, ou parcial em biomassa, e que no caso de serem aplicados bioplásticos compostáveis, quando o produto for descartado deve ser colocado no contentor da compostagem.<sup>176</sup>

## Solução para o problema do lixo

A biodegradação não resolve o problema do lixo, a degradação biológica sem as condições necessárias (microrganismos, temperatura, humidade, oxigénio, etc.) é muito lenta e pode mesmo durar vários anos, sendo que em ambientes marinho ou aquático os plásticos biodegradáveis não se decompõem.<sup>177</sup>

Os bioplásticos biodegradáveis podem vir a causar um problema de aumento de despejos de lixo no meio ambiente. O público, por acreditar que estes materiais vão simplesmente desaparecer depois de serem deitados para o meio ambiente, pode levar a que este tipo de comportamento seja mais comum. Assim recomenda-se o máximo de cuidado na promoção de produtos biodegradáveis junto dos consumidores e de clientes (p. ex.: produtores, embaladores, etc).<sup>178</sup>

---

<sup>175</sup> Pro Europe - **Fact Sheet on bioplastics** [Em linha] Bruxelas, 2009 [Consult. em Dezembro 2016] Disponível em: <http://www.pro-e.org/Fact-sheet-on-bioplastics.html>

<sup>176</sup> European Bioplastics – **Publications** [Em linha] Berlim: European Bioplastics: 2017 [Consult. em Fevereiro 2017] Environmental communications Guide. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP\\_Environmental\\_communications\\_guide.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Environmental_communications_guide.pdf) pp.10 a 16

<sup>177</sup> Pro Europe Op. cit.

<sup>178</sup> European Bioplastics. Op. cit.

### Confusão entre os consumidores

Os consumidores são confundidos com diferentes marcas que descrevem as embalagens como *biodegradáveis*, *Home compostable*, *compostáveis*, *degradáveis* (durante a investigação encontrei alguns produtos corretamente descritos como biodegradáveis mas um produto descrito como “degradável” – Figura 3) ou até “*biopackaging*”, descrições impressas em sacos, embalagens, caixas, filme plástico, garrafas etc. Os consumidores têm estes produtos em grande consideração, mas sem saber exatamente o significado dos termos nas embalagens, sem saberem onde e como devem separa-los e quais são os meios de tratamento para estes lixos.<sup>179</sup>

Existe uma necessidade clara para regulamentar a comunicação nas embalagens e nas instruções de descarte tal como a sua sustentabilidade. Os produtores dos materiais e os retalhistas que utilizam estes novos materiais têm a responsabilidade de os introduzirem de uma forma responsável e coordenada para prevenir que os esforços feitos na educação das populações em relação à prevenção dos lixos e reciclagem não sejam prejudicados.<sup>180</sup>

A *European Bioplastics*, ciente deste facto produziu um guia que resume as melhores abordagens a ter quando se publicita um produto com estas características.<sup>181</sup>

---

<sup>179</sup> Pro Europe - **Fact Sheet on bioplastics** [Em linha] Bruxelas, 2009 [Consult. em Dezembro 2016]  
Disponível em: <http://www.pro-e.org/Fact-sheet-on-bioplastics.html>

<sup>180</sup> European Bioplastics – **Environmental communication guide** [Em linha] Berlim: European Bioplastics: 2017 [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em:  
[bioplastics.org/news/publications/environmental-communication-guide/](http://bioplastics.org/news/publications/environmental-communication-guide/)

<sup>181</sup> Ibid. Ibidem



Fig. 18 – Sacos do lixo degradáveis

O termo ‘degradável’ pode gerar confusão entre os consumidores, este é o tipo de situação identificado pela European Bioplastics. O termo ‘degradável’ não é abrangido por nenhuma norma, logo não tem qualquer significado, sendo importante para a indústria dos bioplásticos compostáveis distanciar-se destas polémicas, apoiando e incentivando a regulação dos termos e de ações de formação.

Fonte: fotografia do autor da dissertação.

### 3.7 Facilitadores de Ciclos Fechados

Os bioplásticos compostáveis permitem um uso inteligente de recursos e asseguram um grande valor acrescentado para uma economia baixa em carbono.<sup>182</sup> O carbono orgânico sequestrado no material pode ser reciclado em ciclos técnicos ou por processos naturais. Da mesma forma que os plásticos convencionais são reciclados, nos bioplásticos o caso é semelhante, dependendo do tipo de produto e do material utilizado, das quantidades, e dos sistemas de recuperação disponíveis.

Estes materiais podem representar um componente de valor acrescido num sistema de ciclos fechados, e assim terem um contributo considerável ao desenvolvimento sustentável. Para atingir este objetivo, os bioplásticos necessitam de tempo e de uma introdução bem-sucedida no mercado. Os legisladores deveriam promover os bioplásticos e permitirem todas as opções de recuperação e reciclagem. O consumidor, o ambiente e a indústria do lixo vão beneficiar destas novas oportunidades. No entanto os bioplásticos

<sup>182</sup> OCDE – OCDE Science (2014), **Biobased Chemicals and Bioplastics: Finding the Right Policy Balance**, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 17 [Em linha] OECD Publishing. [Consult. em Março 2017] Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/5jxwwfjx0djf-en> p.99

para serem bem-sucedidos na substituição dos plásticos de origem fóssil carecem de um sistema em torno dos mesmos de forma a não haver mal entendidos por parte do público.

Existe uma série de exemplos onde a biodegradação, ou o descarte por compostagem, trazem de facto benefícios adicionais:

- Nos supermercados os vegetais e fruta por vender e que passem o prazo de validade, podem ser recolhidos e tratados, juntamente com as suas embalagens, se estas forem compostáveis.
- Em eventos de grande escala em que cutelaria, *serviços de mesa* e comida podem ser levados juntos para infraestruturas de compostagem onde vão ser tratados.

A possibilidade de fechar os ciclos dos materiais orgânicos, com a devolução dos nutrientes ao solo sob a forma de composto só pode acontecer se as várias entidades envolvidas estiverem alinhadas (produtor, retalhista, utilizador, gestores dos resíduos), pois só assim é possível garantir que os materiais são valorizados ao máximo e que existem poucos contaminantes no composto final. Em entrevista por *e-mail* a Rui Berkenmeier (28 de Novembro 2017) este facto também foi reforçado<sup>183</sup>.

A valorização energética pela digestão anaeróbia é outra vantagem clara dos bioplásticos – desde que exista aproveitamentos do biogás para produzir eletricidade. Sendo esta outra forma de fechar o ciclo com um máximo de aproveitamento energético, e o resultante do processo de biometanização pode ser utilizado como composto para nutrir os solos.

Fica também claro que a aplicação mais promissora está relacionada com embalagens e outros produtos diretamente relacionados com produtos alimentares, tal como sacos compostáveis para separação de lixos orgânicos. Segundo entrevista a biometanização e compostagem são as alternativas mais viáveis para a fração de resíduos sólidos urbanos compostos por resíduos orgânicos.

É possível concluir que os fins de vida alternativos dos bioplásticos, permitem considerar mais um tipo de revalorização – a reciclagem orgânica, algo que os plásticos

---

<sup>183</sup> V. em Anexo Entrevista 2

de origem fóssil não conseguem na sua generalidade, apesar de existirem plásticos com esta origem que o são (PBAT e Ecoflex da BASF).<sup>184</sup>

No entanto a utilização de bioplásticos compostáveis mantém o conceito de descartável, ou seja produtos de curta aplicação prática, desenvolvidos para serem extremamente baratos e para serem descartados. Foi também verificado que a aplicação destes materiais só tem o melhor aproveitamento possível quando enquadrados nos sistemas nacionais e locais de tratamentos de resíduos, que segundo Berkenmeier<sup>185</sup> existem dificuldades no enquadramento destes sistemas.

Para os designers é também importante ter acesso a este tipo de informação para que não se criem ilusões e mal entendidos dentro da própria profissão. É essencial compreender o funcionamento da recolha de resíduos, para saber se os bioplásticos são aplicáveis a determinado contexto. Por exemplo no caso do desenvolvimento de embalagens, se a opção dos materiais for a dos bioplásticos compostáveis, caso não exista uma recolha seletiva deste tipo de resíduos no país ou locais onde o produto vai ser vendido o impacto deste tipo de materiais pode ser pior do que os de plástico de origem fóssil, como referido anteriormente.

---

<sup>184</sup> World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company - **The New Plastics Economy — Rethinking the future of plastics** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, 2016 [Consult. em Março 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. P.69

<sup>185</sup> V. Anexo Entrevista 2.

## Capítulo 4

# **EMBALAGENS**

## 4 Embalagens

### 4.1 O que são embalagens

As normas europeias definem embalagem como “(...) todo o objeto, proveniente ou não da Natureza que tem como função principal conter, proteger, movimentar, entregar e apresentar o conteúdo em bom estado, desde a sua produção até à comercialização e chegada ao consumidor. Todos os recipientes produzidos para este fim serão considerados embalagens.”<sup>186</sup>

A função primária da embalagem passa por “assegurar que o interior está protegido contra possíveis obstáculos.”<sup>187</sup> No entanto a embalagem tem outras funções, relacionadas com requisitos e atividades mais complexas como acondicionar o produto no seu interior de forma a estender a validade do mesmo, identificar e informar sobre o conteúdo e têm de ser funcionais facilitando a aplicação e utilização do conteúdo. Para além destas funções diretamente relacionadas com o objeto *per si*, devem ainda preencher os requisitos de uma dada entidade, formando e consolidando uma imagem projetada, vender e promover a marca que produz o produto, tal como acrescentar valor ao seu conteúdo.<sup>188</sup>

Segundo o CNE – Centro Nacional de Embalagem, a principal função da embalagem é proteger e conservar um determinado produto.<sup>189</sup> A embalagem deve proteger contra fatores mecânicos, como é o caso de vibrações, choques ou compressões e contra os fatores ambientais – temperatura, humidade, luz e gases que estão na nossa atmosfera. No entanto o propósito de uma embalagem não é proporcionar melhor qualidade mas manter a qualidade inicial produtos que transporta.<sup>190</sup>

Os bioplásticos compostáveis são aplicados maioritariamente no fabrico das embalagens primárias, o tipo de contentores com que o consumidor contacta diretamente.

---

<sup>186</sup> Directiva 94/62/CE, Parlamento Europeu e do Conselho relativa às embalagens e aos resíduos de embalagens, 20 de Dezembro de 2004.

<sup>187</sup> NEGRÃO & CAMARGO; Celso e Eleida. Design de Embalagens, do marketing à produção. São Paulo: Novatec editora, 2008. Pag. 29

<sup>188</sup> Directiva 94/62/CE, Op. cit.

<sup>189</sup> CNE – Centro Nacional de Embalagem - Factores de Selecção de Embalagem “Produtos Alimentares”. [Consult em Dezembro de 2017] Disponível em: [http://www.institutovirtual.pt/conferencias/seguranca\\_alimentar/apresentacoes/Factores%20de%20selecao%20da%20embalagem.pdf](http://www.institutovirtual.pt/conferencias/seguranca_alimentar/apresentacoes/Factores%20de%20selecao%20da%20embalagem.pdf)>

<sup>190</sup> Ibid. Ibidem



Estas embalagens podem assumir várias formas e ter características tão diferentes quanto o seu conteúdo.

## 4.2 Classificação e tipos de embalagem

Segundo a directiva 94/62/CE, existem três tipos de embalagem<sup>191</sup>:

- embalagens de venda/primárias;
- embalagens secundárias/grupadas;
- embalagens de transporte ou terciárias;

A embalagem primária: Relaciona-se diretamente com o produto que contém, ou seja, o contentor estará em contacto com o que transporta. Este tipo de embalagem destina-se a conter, cobrir ou compactar objetos. É com estas embalagens que o consumidor contacta diretamente quando vai ao supermercado, quando usa o produto em casa ou noutros locais. Como tal é com estas embalagens que as marcas criam a relação com o consumidor, e onde para além das mensagens informativas obrigatórias sobre o seu conteúdo, vêm também as indicações sobre o tipo de biodegradação, no caso dos bioplásticos compostáveis. Exemplos deste tipo de embalagens são os recipientes de produtos de cosmética, embalagens de conserva, pacotes de *snacks* entre outros.<sup>192</sup> Como se pode verificar nas figuras abaixo.



Fig. 19 - Embalagem primária para café.

Este exemplo de embalagem primária de café, da marca Molinari. É o tipo de embalagem que está em contacto direto com o seu conteúdo e deve garantir a sua qualidade. Esta embalagem é totalmente compostável e foi desenvolvido em parceria com a empresa Goglio, especializado em embalagens de filme plástico. É possível verificar a aplicação do logo *OK compost* do organismo certificador Vinçotte.

Fonte:

[https://www.greenerpackage.com/compost\\_biodegrade/compostable\\_film\\_coffee\\_packs](https://www.greenerpackage.com/compost_biodegrade/compostable_film_coffee_packs)

<sup>191</sup> Directiva 94/62/CE, Op. cit.

<sup>192</sup> MARQUES, Inês – **Estratégias do design para a sustentabilidade da embalagem**. Lisboa: [s.n.], 2015. Tese Mestrado em Design de Equipamento especialização em Design de Produto, apresentada à Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, p.17



Fig. 20 - Embalagem primária para snacks.

Este exemplo de embalagens primárias são para snacks e são totalmente compostáveis. Foram desenvolvidas pela empresa Bio4pack para a empresa FZ Organic Fodd, para embalar snacks de húmus. Estas embalagens são certificadas como compostáveis em ambiente industrial de acordo com a Norma Europeia EN13432.

Fonte: <https://www.bio4pack.com/news/fz-organic-food-opts-bio4packs-compostable-biobased-packaging-organic-trafo-hummus-chips>

As embalagens secundárias: Agregam diversas embalagens primárias, e estas embalagens primárias podem ou não, ser consumidas ao mesmo tempo. Caso o consumidor retire uma das embalagens contida pela embalagem secundária, não interfere nem afeta as restantes nem o principal objetivo da mesma: chegar ao mercado como um só. Este tipo de embalagem também não está em contacto direto com o produto.



Fig. 21 - Embalagens secundárias para cápsulas de café.

Neste exemplo de embalagem secundária é possível confirmar que a caixa serve para conter e transporta as cápsulas de café como um todo, desde o local de compra até ao local onde vão ser utilizadas. O uso de uma das cápsulas não compromete as restantes. Estas cápsulas da marca de cafés Peeze são compostáveis em ambiente industrial.

Fonte: <http://www.foodvalleysociety.com/peeze-coffee-roasters-compostable-coffee-capsules/>

As embalagens de transporte ou terciárias: Servem para facilitar a movimentação de várias unidades de produtos e o seu transporte até aos locais de retalho. Este tipo de embalagem serve para garantir a segurança a uma grande quantidade de produtos evitando danos físicos durante a sua deslocação. Nesta categoria não estão incluídos os contentores para transporte marítimo, ferroviário ou aéreo.<sup>193</sup> É comum este tipo de embalagens ser em cartão, e conter indicações de segurança com “este lado para cima”, ou “frágil”, tal como a identificação sobre o seu conteúdo (marca, tipologia, referencias numerárias etc). Esta informação é direcionada a quem realiza o transporte destas embalagens, não sendo direcionada para o consumidor final.<sup>194</sup>



Fig. 22 - Embalagem terciária

Este exemplo particular é o do transporte de medicamentos e esta embalagem proporciona bastante isolamento para proteger o seu conteúdo contra variações de temperatura

Fonte:  
<http://boaspraticasnet.com.br/desafios-para-o-transporte-de-medicamentos/>

---

<sup>193</sup> MOURA & BANZATO; Reinaldo e José. **Embalagem, unitização & containerização**. 4ª Edição, São Paulo: IMAM 2003

<sup>194</sup> Ibid.

### 4.3 Funções da embalagem

As funções estruturais da embalagem são conter, proteger e transportar. No entanto a evolução tecnológica e novos tipos de embalagem permitiram que estas tivessem funções adicionais como a comunicacional. A embalagem deixa de ser só um recipiente para transporte do produto para também passar a ser uma ferramenta de *marketing*.<sup>195</sup> Este é o ponto de partida para o desenvolvimento de novos produtos, serviços e marcas, mais vantajosos e visualmente mais apelativos para o consumidor final. Este processo fará com que as vendas do produto aumentem, apenas pela mudança exterior do objeto, independentemente do seu conteúdo. 23

Quando se respeitam as funções da embalagem, quer a nível ambiental quer a nível comercial, a embalagem é uma mais-valia.

Se a embalagem for vista desta perspetiva, não pode ser considerada apenas como um instrumento de transporte e segurança, mas também num potencial influenciador da decisão do consumidor quando compra um determinado produto. Estes dados estão resumidos na tabela seguinte:

---

<sup>195</sup> RETORTA, Maria Eugénia, 1992 Textos de Gestão – Embalagem, e Marketing a comunicação silenciosa. Apud MARQUES, Inês (2015) p. 20

Funções Estruturais		Funções Visuais
Conter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar a categoria que pertence;</li> <li>• Informar modo de utilização;</li> <li>• Informar sobre prazos de validade;</li> <li>• Aplicação funcional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar o consumidor sobre a qualidade dos resultados dos produtos;</li> <li>• Destacar o produto e a marca que está a promover;</li> <li>• Diferenciar de outras marcas do ramo;</li> <li>• Apelar ao consumidor;</li> <li>• Contribuir para a projecção da marca e aumentar o conhecimento dos consumidores;</li> <li>• Ser capaz de ultrapassar fronteiras - em termos de sinais utilizados.</li> </ul>
Transportar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificar tamanhos;</li> <li>• Fácil transporte;</li> <li>• Oferece rentabilidade;</li> <li>• Proporcionar segurança;</li> </ul>	
Proteger	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservar e preservar;</li> <li>• Manter os sabores e aromas;</li> </ul>	

Tabela 1 - Funções da embalagem

Fonte: MARQUES, Inês, 2015

A embalagem cumpre três tipos de funções básicas: a de proteção, a de dispensação (utilização) e a de comunicação. A primeira destina-se a assegurar a proteção do conteúdo da embalagem do meio exterior bem como da atividade humana. A função utilitária refere-se às características práticas da embalagem (características como o design do produto, a dosagem que o produto é capaz de suportar, etc.). E a função comunicativa engloba tudo aquilo a que o consumidor vê no ato de compra – marketing, avisos de saúde e indicações de acomodamento do produto.<sup>196</sup> A função comunicacional é um dos fortes contributos embutidos nas embalagens que oferecem valor acrescentado ao produto.<sup>197</sup>

<sup>196</sup> PORTELA, Gonçalo Bacharel Ivens Ferra. Factores sociais que influenciam as opções dos consumidores face às embalagens e resíduos de embalagem. Apud MARQUES, Inês (2015) p.21

<sup>197</sup> MARQUES, Inês – Estratégias do design para a sustentabilidade da embalagem. Lisboa: [s.n.], 2015. Tese Mestrado em Design de Equipamento especialização em Design de Produto, apresentada à Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, p.21

Observando a tabela 2, podemos concluir que para a produção de embalagens, as entidades que as produzem terão de considerar o tipo de funções que vai desempenhar, bem como o género de ambiente a que se destina.<sup>198</sup>

ENQUADRAMENTO	FUNÇÕES DA EMBALAGEM		
	PROTECÇÃO	UTILIDADE	COMUNICAÇÃO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características evidentes de sabotagem (roubo por exemplo);</li> <li>• Características resistentes a crianças;</li> <li>• Design que não requer tesouras ou facas para abrir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design reciclável e fácil de abrir;</li> <li>• Unidades pré medidas;</li> <li>• Unidades que facilitem tratamento-médico;</li> <li>• Forma;</li> <li>• Material;</li> <li>• Configuração;</li> <li>• Textura;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nome da marca;</li> <li>• Avisos e indicações;</li> <li>• Prazos de validade;</li> <li>• Inf. de armazenamento;</li> <li>• Gráficos e material;</li> <li>• Forma e cor;</li> <li>• Configuração e textura;</li> <li>• Fotografia e texto;</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cor âmbar para proteger da radiação ultravioleta (UV);</li> <li>• Componentes absorventes radiação;</li> <li>• Barreiras de evaporação de água;</li> <li>• Barreiras de oxigénio para proteger da oxidação;</li> <li>• Componentes absorventes para proteger da oxidação;</li> <li>• Microfilme antimicrobiano para atrasar degradação;</li> <li>• Barreira de vapor para manutenção do nível de humidade;</li> <li>• Estrutura contra a humidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atmosfera controlada no processo de embalagem;</li> <li>• Embalamento com atmosfera modificada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo e temperatura;</li> <li>• Indicadores.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acolchoamento;</li> <li>• Contentores;</li> <li>• Sucos de ar;</li> <li>• Material que resista a empilhamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embalagem género snack;</li> <li>• Embalagem para o congelador;</li> <li>• Embalagens com tamanho apropriado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Este lado para cima”;</li> <li>• “Fragil”;</li> <li>• Código de barras;</li> <li>• Frequência de identificação rádio;</li> <li>• Temperatura não exceder os 21°C;</li> </ul>

Tabela 2 - Enquadramento e funções da embalagem

Fonte: Inês Marques, 2015

<sup>198</sup> Bix, L., Rifon, N., Lockhart, H. e de la Fuente, J. The Packaging Matrix: Linking Package Design Criteria to the Marketing Mix.[em linha] 2003 [Consult. em Janeiro de 2017] Disponível em: [http://www.idspackaging.com/common/paper/Paper\\_47/PdfImge.pdf](http://www.idspackaging.com/common/paper/Paper_47/PdfImge.pdf)

#### 4.4 Porque se usam plásticos nas embalagens

A produção de plástico é relativamente recente, tem pouco mais de 50 anos e desde que surgiu que a sua produção cresce continuamente, em 1964 foram produzidos cerca de 15 milhões de toneladas e em 2014 registaram-se 311 milhões de toneladas. É esperado que a produção duplique nos próximos 20 anos visto a continua aplicação destes materiais. Atualmente as embalagens representam 26% do total de aplicações de plásticos.

As embalagens de plástico têm vantagens efetivas em termos económicos porque contribuem para o aumento dos níveis de aproveitamento de recursos (p. ex. as embalagens de plástico reduzem o desperdício de comida por aumentarem o tempo de vida de prateleira dos produtos, e a sua inerente característica de leveza permite também reduzir o consumo de combustível gasto no seu transporte). Apesar dos benefícios que estes materiais trazem, o presente estado dos sistemas relacionados com os plásticos e embalagens tem importantes desvantagens que se tornam cada vez mais visíveis.<sup>199</sup>

Atualmente 95 % do valor do plástico utilizado nas embalagens é desperdiçado após um curto período de vida útil. Só 14% das embalagens de plástico são recolhidas para reciclagem e quando contabilizadas as perdas de valor pela triagem e reprocesso. A maioria dos plásticos são reciclados para aplicações de baixo valor, ou seja o material é repostado em produtos de valor inferior aos que deram origem aos resíduos. Os plásticos têm também uma taxa de reciclagem inferior a outros materiais como o papel (58%), ferro e aço (70-90%). A somar a esta ineficiência em relação aos plásticos, as embalagens deste material são praticamente de utilização única, em especial na relação negócio-consumidor. Esta situação existe há mais de 40 anos, depois do lançamento dos primeiros símbolos universais de reciclagem.<sup>200</sup>

É impossível dissociar o plástico das embalagens, pelo menos num futuro recente. Também é perceptível que o plástico responde às necessidades de muitos tipos de embalagens, em especial nas embalagens alimentares. Neste género de embalagens os

---

<sup>199</sup> World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company- **The New Plastics Economy — Rethinking the future of plastics** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, 2016 [Consult. em Março 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>, p17

<sup>200</sup> Ibid. Ibidem

plásticos desempenham um papel crucial pois permitem estender a vida de prateleira do seu conteúdo evitando o desperdício.<sup>201</sup>

Como visto no capítulo anterior, para uma embalagem servir o seu propósito deve proteger e preservar o seu conteúdo e ser uma ferramenta de comunicação. As embalagens de plástico nas suas diversas aplicações cumprem estes pré-requisitos de forma exemplar. As características dos plásticos são importantes para todas as partes envolvidas na cadeia de valor das embalagens, desde o fabricante, ao fornecedor, consumidor e sociedade em geral, incluindo o meio natural.

As vantagens dos plásticos nas embalagens são:

- Eficiência na utilização de recursos: As embalagens de plástico permitem reduzir a massa das embalagens, energia e emissões de gases com efeito de estufa. Sem estas matérias seria necessário utilizar 2 a 3 vezes mais recursos.<sup>202</sup>

- Segurança: Os plásticos são resistentes ao estilhaçamento, os contentores de plástico não estilhaçam (como o vidro) quando sujeitos a quedas, tornando-os seguros para ambientes específicos como casas de banho, perto de crianças, piscinas, praias, objetos de viagem etc. Por serem tão resistentes, as paredes das embalagens também podem ser muito finas, diminuindo o peso das embalagens mantendo a sua resistência.

- Higiene: Os plásticos mantêm os produtos livres de contaminações. Os plásticos são materiais com boas propriedades de barreira, em especial ao vapor de água e oxigénio. Muitas vezes aplicam-se várias camadas de diferentes plásticos para que se combinem as propriedades dos mesmos (p. ex. alta propriedade de barreira de um plástico e boa selagem a quente de outro) na mesma embalagem.<sup>203</sup> Isto é particularmente importante nas embalagens de medicamentos em que é importante que depois de selados na embalagem estes se conservem seguros.

- Leveza: Devido à sua resistência as embalagens de plástico são leves e ocupam menos volume do que as alternativas (p.ex. vidro, metal) o que significa que é possível

---

<sup>201</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit. p.17

<sup>202</sup>The impact of plastic packaging on life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions in Europe: Executive Summary July 2011, Bernd Brandt and Harald Pilz

<sup>203</sup> JAIME, Sandra B. M. [et al.] - **Propriedade de barreira à humidade de embalagens plásticas para produtos oftálmicos**. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, Volume 35, Number 1, 2014, pp. 133-139(7) .



ter mais embalagens neste material do que se fossem feitas noutros materiais. Devido a esta propriedade pode-se poupar nas emissões geradas durante o transporte das mesmas (avião, barco, camião);

- Versáteis: Os plásticos podem ser transformados de formas muito diferentes, possibilitando formas complexas e interessantes. Podem ser soprados a quente, injetados em moldes ou termoformados. Podem ainda ser aplicados uma miríade de decorações, cores e acabamentos.

- Recicláveis: os plásticos e por consequência as embalagens deste material, podem ser reciclados por diversos processos como visto no capítulo ‘ Opções de fim de vida’.<sup>204</sup>

#### 4.5 Os plásticos e as embalagens de plástico na economia global.

Hoje é impossível imaginar o mundo sem plásticos. Os plásticos estão cada vez mais presentes, estão espalhados por toda a economia e são elementos chave em sectores tão diversos como as embalagens, construção, transportes, cuidados de saúde e eletrónica. Atualmente um automóvel tem em media 15% do seu peso em plástico e um *Boeing Dreamliner* tem 50%.<sup>205</sup>



Fig. 23 - Boeing Dreamliner

O *Boeing Dreamliner* é um avião desenvolvido pela empresa americana Boeing, em que a fuselagem e as asas são fabricadas com compósitos plásticos reforçados com fibra de carbono. Esta fuselagem é 15% mais leve que as fuselagens comuns permitindo poupar combustível.

Fonte: <https://seekingalpha.com/article/4112677-boeing-787-minus-10-biggest-dream>

---

<sup>204</sup> BBF – **Plastic Packaging and the environment**. [Em linha] British Plastic Federation, Londres [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em; <http://www.bpf.co.uk/packaging/environment.aspx>

<sup>205</sup> A. Anrady and M. Neal, **Applications and societal benefits of plastics** (Philosophical Transactions of the Royal Society B, 2009).

Os plásticos trouxeram enormes benefícios económicos para estes sectores devido à combinação das suas características:

- Baixo custo;
- Versatilidade;
- Durabilidade;
- Resistência - grande rácio resistência-peso.

O sucesso dos plásticos reflete-se no crescimento exponencial da sua produção no decorrer dos últimos 50 anos. Desde 1964 a 2014 a produção de plásticos multiplicou-se vinte vezes e está previsto que duplique até 2025 e quadruplique até 2050, e as embalagens são o sector que mais plástico absorve – cerca de 26% da produção mundial.

206

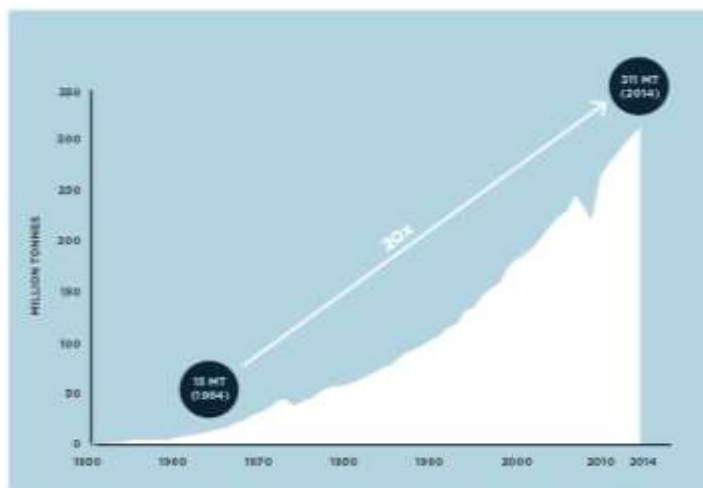


Fig. 24 - Crescimento da produção de plásticos 1950 – 2014

Fonte: Fundação Ellen MacArthur, 2016. p.25

Os plásticos são os materiais ideais para o fabrico de embalagens, porque são baratos, leves e com performances ótimas. Em comparação com outros materiais, os plásticos também têm benefícios ambientais na aplicação em embalagens: por serem

<sup>206</sup> World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company- **The New Plastics Economy — Rethinking the future of plastics** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, 2016 [Consult. em Março 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. P. 25

leves reduzem o consumo de combustível durante o transporte, e as suas propriedades de barreira permitem a conservação dos alimentos durante mais tempo, reduzindo o desperdício. É devido ao somatório destas características que os plásticos têm vindo a substituir outros materiais no fabrico de embalagens.

Entre 2000 e 2015, as embalagens de plástico passaram de 17% para 25% do volume total de embalagens produzido a nível mundial, este aumento foi conduzido pelo crescimento anual do mercado de embalagens de plástico. É esperado que o volume de embalagens de polímeros continue a crescer até 2050, perfazendo um volume maior do que o total da indústria que existe hoje.<sup>207</sup>

#### **4.6 Desvantagens da atual economia dos plásticos**

Como referido anteriormente é estimado que 95% valor dos materiais presentes nas embalagens seja desperdiçado após uma única utilização e só 14% das embalagens de plástico são recolhidas para reciclagem e combinando as perdas durante a triagem e reprocessamento das mesmas, só 5% do valor material é retido para utilizações posteriores. Acrescentando a estes dados há a ter em conta que a maior parte dos plásticos que são reciclados são dirigidos para aplicações de baixo-valor, que não serão recicladas novamente depois de serem utilizados.

---

<sup>207</sup> Ibid. p.26

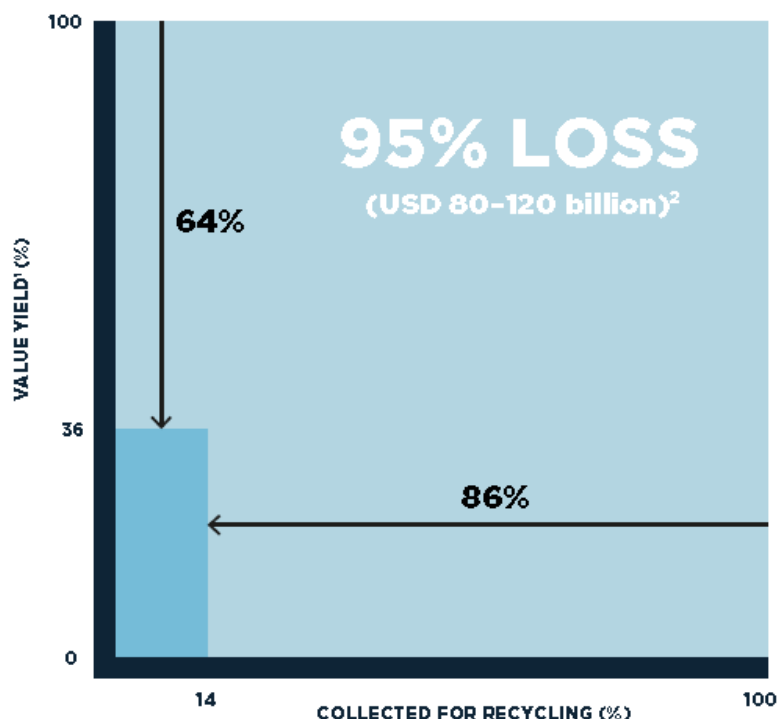


Fig. 25 – Perda de valor das embalagens de plásticos após uma utilização

Fonte: Fundação Ellen MacArthur, 2016. p.26

As taxas de reciclagem dos plásticos são muito mais baixas que as encontradas associadas a outros materiais, ainda mais quando se trata do caso das embalagens. As taxas de reciclagem a nível global para o papel (58%) ferro e aço (70% -90%) são muito maiores do que qualquer caso bem-sucedido no universo dos plásticos. O PET – muito utilizado em garrafas de água e sumos – é o caso de maior sucesso dentro do universo das embalagens de plástico, tem uma taxa de recolha perto dos 50% só tem uma taxa de reciclagem de garrafa-garrafa de cerca de 7% - ao nível mundial.<sup>208</sup>

A maior parte das embalagens de plástico são projetadas para serem descartáveis, em especial nas aplicações direcionadas ao consumidor final. Cerca de 72% das embalagens de plástico não sofrem qualquer tipo de processo de recuperação – 40% vão

<sup>208</sup> World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company- **The New Plastics Economy — Rethinking the future of plastics** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, 2016 [Consult. em Março 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. P. 26

para aterros e 32% são perdidas para os ambientes naturais, por não serem recolhidas de todo, ou são recolhidas e são despejadas ilegalmente ou por problemas de gestão.<sup>209</sup>

Outra forma de tratamento dos plásticos envolve a sua inceneração, seja para recuperação energética ou apenas para eliminação dos resíduos em incineradoras de resíduos sólidos, mas também como combustível utilizados em processos industriais como o fabrico de cimento. Outras formas menos comuns são a pirólise ou a gaseificação.

O comum a estes processos é a recuperação de energia, seja aproveitamento do calor gerado para aquecer edifícios ou para produção de eletricidade. A recuperação energética é uma coisa boa por si, mas estes processos continuam a não aproveitar o esforço e trabalho que foi aplicado no fabrico e recolha dos materiais. Em particular os processos de inceneração para recuperação energética, apresentam algumas preocupações. A exagerada construção de infraestruturas para este processo e a sua utilização podem criar um ciclo vicioso no sistema total de tratamento de resíduos e sobrevalorizar outros processos como a reciclagem. Estas infraestruturas exigem grandes investimentos na sua construção mas têm custos de operação relativamente baixos, e este facto pode desviar financiamento de mecanismos de maior valor, como a reciclagem (mecânica e orgânica).<sup>210</sup>

---

<sup>209</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit. p.26

<sup>210</sup> Ibid. Ibidem. p.27

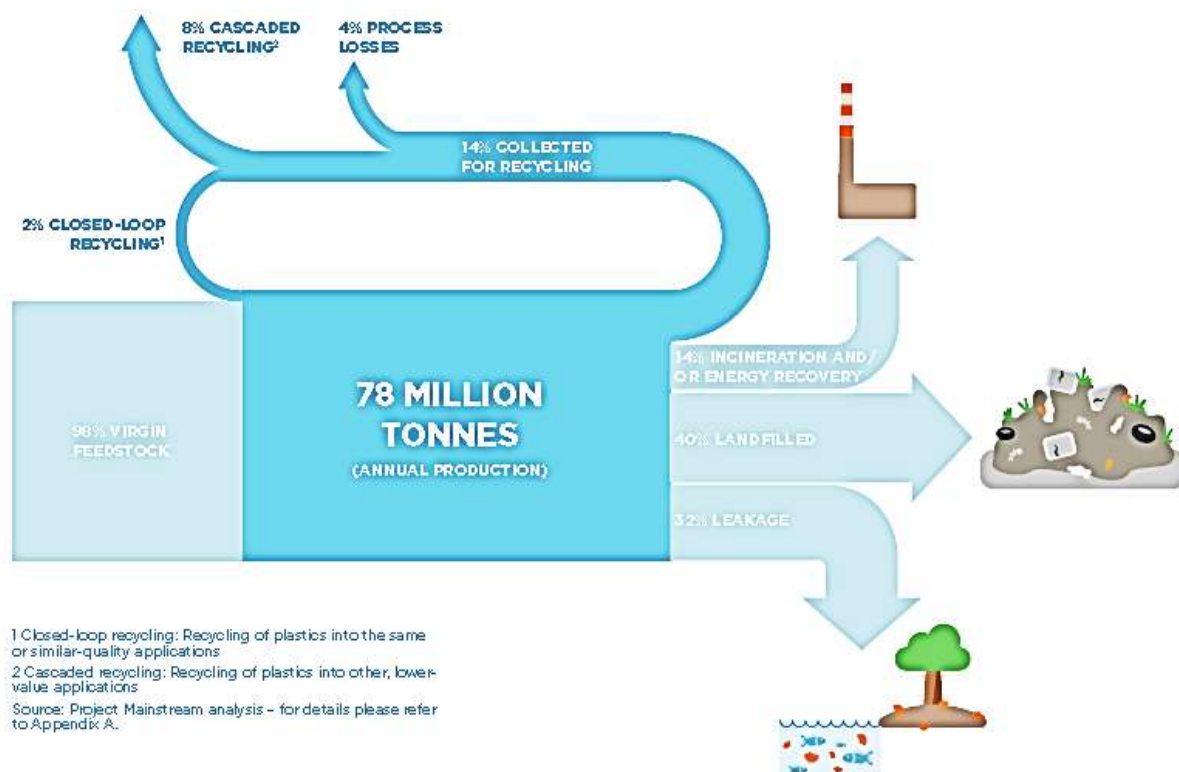


Fig. 26 – Fluxo global dos materiais plásticos das embalagens em 2013

Fonte: Fonte: Fundação Ellen MacArthur, 2016. p.27

A figura 26 resume o fluxo dos plásticos a nível mundial, segundo esta análise consegue-se compreender que existem oportunidades muito significativas para aumentar a circularidade e capturar o valor dos materiais plásticos. Segundo a Fundação Ellen MacArthur, no seu relatório *New Plastics Economy*, existe uma falta de dados de países em desenvolvimento onde os sectores relacionados com os resíduos são ainda informais, e também destaca a necessidade de normas a nível mundial.<sup>211</sup>

- A produção de plásticos está assente em matérias-primas fósseis

A indústria dos plásticos é altamente dependente de fontes de matéria-prima finitas (petróleo e gás natural) que são a base de mais de 90% das necessidades desta indústria. No caso específico das embalagens de plásticos estes números são ainda mais

<sup>211</sup> Ibid. Ibidem p.27

elevados, visto que a reciclagem de plásticos para aplicações em embalagens é muito limitada.

É estimado que 4 a 6% do petróleo produzido a nível mundial vai para produção de plásticos: cerca de metade será utilizados como matéria-prima e a outra metade como combustível que alimenta a indústria. Este consumo é equivalente ao consumo do sector da aviação.

É esperado que o consumo de petróleo da indústria dos plásticos continue a crescer, e calcula-se que em 2050 o sector absorva 20% do total de petróleo extraído no mundo. É esperado que o crescimento seja entre 3.5 a 3.8% anualmente, sendo muito superior à média do aumento do consumo geral - (aproximadamente 0,5% ano).<sup>212</sup>

#### - Os plásticos e as embalagens de plástico geram externalidades negativas

Está estimado que anualmente sejam libertados no oceano 8 milhões de toneladas de plástico, e as estimativas indicam que as embalagens são a maior fonte de detritos plásticos nos ambientes marinhos. Se a situação continuar inalterada, é esperado que em 2025 o oceano contenha 1 tonelada de plástico por cada três toneladas de peixe e que em 2050, em termos de peso, exista mais plástico que peixe.

Outra preocupação em relação aos plásticos são as substâncias químicas que os constituem. Estes para serem aplicados nos vários processos de transformação são misturados com várias substâncias químicas, que levantam preocupações sobre os potenciais efeitos adversos na saúde humana e no ambiente a longo prazo.<sup>213</sup> Existem várias inovações e esforços para melhorar, mas até à data estas ainda estão demasiado fragmentadas e descoordenadas para terem impacto.

A economia relacionada com os plásticos ainda está demasiado fragmentada. A falta de normas e de coordenação ao longo da cadeia de valor tem permitido a proliferação de materiais, formatos, rotulagens, esquemas de recolha, separação e reprocessamento, diferentes em todo o mundo. Em conjunto estes fatores dificultam o desenvolvimento de mercados mais efetivos e também fragmenta a inovação neste sector.

---

<sup>212</sup> Ibid. Ibidem pp.28 - 30

<sup>213</sup> Ibid. Ibidem p.17

O desenvolvimento e introdução de novos materiais e formatos de embalagens, ao longo da rede global de fornecimento e distribuição, tem acontecido de forma acelerada. Estes desenvolvimentos acontecem de forma desconexa uns dos outros, e a um ritmo superior ao desenvolvimento das respetivas infraestruturas e sistema de tratamento dos resíduos gerados. Outros problemas como o fragmentado desenvolvimento e adoção de normas de rotulagem dificultam a compreensão do público e criam confusão.

Ao mesmo tempo que isto acontece, vários projetos e iniciativas locais de pequena escala são iniciados com foco em áreas como o melhoramento de esquemas de recolha e de instalação de novos sistemas de recolha e triagem tal como de tecnologias de reprocessamento.<sup>214</sup>

Segundo o relatório produzido pela Fundação Ellen MacArthur é imperativa uma nova visão sobre os plásticos. É necessários que em todo o seu ciclo de vida os plásticos deixem de ser visto como desperdício, resíduos ou lixo, mas antes passem a ser tidos como matéria-prima para que deve reintegrar a economia como recurso técnicos ou como nutrientes biológicos – no caso dos polímeros de síntese biodegradáveis.

As externalidades relacionadas com o uso de plásticos e de embalagens de plástico estão concentradas em três grandes áreas:

- Degradação de sistemas naturais como resultado de perdas para o meio ambiente, especialmente para os oceanos;
- Emissão de gases com efeito de estufa resultantes da produção e da inceneração após descarte;
- Impactos ambientais e na saúde humana provenientes das substancias que os constituem;

---

<sup>214</sup> Ibid. Ibidem p.18



### - Degradação de sistemas naturais como resultado de contaminação

Pelo menos 8 milhões de toneladas de plásticos são perdidos anualmente, indo para os oceanos, e os estudos indicam que a maior parte destes plásticos têm proveniência em embalagens. O que faz com que a origem seja maioritariamente embalagens está relacionado com as características das mesmas: são a maior aplicação em volume dos plásticos (26%), são de tamanhos reduzidos e têm um valor residual baixo. Por isso são tão propensas a escaparem aos sistemas de recolha e tratamento. Um indicador que aponta para esta origem são os dados das operações de limpeza das zonas costeiras – as embalagens perfazem 62% de todos os itens recolhidos nestas operações.<sup>215</sup>

Os plásticos podem permanecer durante séculos nos oceanos mantendo a sua forma original, e ainda mais tempo reduzidos a partículas pequenas, o que quer dizer que se vão acumulando nestes ambientes ao longo do tempo. Estima-se que existam hoje mais de 150 milhões de toneladas de lixo plástico nos oceanos, e se não for aplicada nenhum tipo de ação significativa haverá mais plástico do que peixe em 2050.

Mesmo com uma ação concertada para reduzir este fluxo, o mais provável seria que o volume de plástico perdido nos oceanos estabilizaria em vez de reduzir, implicando o contínuo aumento no volume total de plásticos. Só uma mudança de paradigma e a adoção de princípios da economia circular os princípios da Economia Circular vão ser tratados mais à frente no Capítulo ‘Os Princípios da Economia Circular’ conseguem fazer reter maiores quantidades de plástico usado dentro do sistema devido, segundo o relatório este tipo de mudança deve ser concertada, sistemática e de longo prazo.<sup>216</sup>

Para além dos ambientes marinhos também outros ambientes naturais (florestas e cursos de água) se degradam com a presença de plásticos no longo prazo. A presença dos mesmos também induz custos diretos nos ambientes urbanos com o entupimento de esgotos e de outras infraestruturas.

---

<sup>215</sup> Ibid. Ibidem p.30

<sup>216</sup> Ibid. Ibidem

### - Emissões de gases com efeito de estufa

Como referido no Capítulo ‘Embalagens’, em muitos casos as embalagens de plástico reduzem as emissões de gases com efeito de estufa durante a sua fase de utilização. No entanto como este sector consome cerca de 6% do petróleo produzido, existem emissões consideráveis não estão só na fase de produção mas também nos processos de tratamento de fim-de-vida.

Mais de 90% dos plásticos produzidos derivam de matérias-primas fósseis virgens, ou seja para os produzir é necessário extrair matéria-prima nova, e hoje a indústria dos plásticos representa cerca de 6% do consumo mundial de petróleo, o equivalente ao utilizado pela indústria da aviação. No entanto com o aumento do poder de compra das pessoas é esperado que a aplicação de plástico cresça e com este o consumo de recursos fósseis. É esperado que em 2050 o sector da produção de plásticos represente 20% do consumo mundial de petróleo.

A dependência de matérias-primas de origem fóssil implica um grande impacto em termos de emissões de dióxido de carbono para a atmosfera. Apesar do aumento de eficiência que estes materiais garantem no sector das embalagens, como visto no capítulo ‘Economia Circular’, é necessário adereçar a problemática das emissões de gases com efeito de estufa na fase de produção e de tratamento do lixo. A quota de emissões de CO<sup>2</sup> para o sector da indústria de produção de plásticos tem como quota atribuída 15% das emissões totais em 2050, e este valor é dado como limite para manter o aumento da temperatura do globo em 2°C.<sup>217</sup>

Apesar de os plásticos serem eficientes em termos de utilização de recursos é indispensável diminuir o nível de emissões de gases com efeito de estufa durante as fases de produção e de tratamento de pós-consumo.

---

<sup>217</sup> Ibid. Ibidem p17

### - Substâncias preocupantes

Os plásticos são misturas complexas de substâncias como aditivos, estabilizadores, plastificantes e pigmentos, etc. Substâncias como o bisfenol A<sup>218</sup> e certos ftalatos<sup>219</sup>, que são utilizados como plastificantes no PVC, levantam hoje preocupações sobre os riscos adversos para a saúde humana, e têm motivado alguns reguladores e sectores de negócios a agir. Existem no entanto incertezas sobre as potenciais consequências da longa exposição a outras substâncias encontradas nos plásticos, sobre o seu efeito combinado e sobre os impactos quando estas substâncias são libertadas na biosfera. Dos cerca de 150 milhões de toneladas de plásticos encontrados nos oceanos, 23 milhões de toneladas são aditivos sobre os quais não existem certezas sobre a sua segurança. Para além disso estas substâncias podem entrar na atmosfera e no ambiente quando os plásticos e as embalagens são queimados sem o controlo necessário, como acontece em muitos países em desenvolvimento onde existe um sector informal de tratamento do lixo.<sup>220</sup>

O crescimento esperado na produção e uso de plásticos e de embalagens de plástico vai permitir que mais pessoas beneficiem das vantagens destes materiais, tal como a contínua inovação em novas aplicações. A grande questão prende-se com a continuação da forma como se produz, usa e descarta as embalagens de plástico, e os

---

<sup>218</sup> Bisfenol A ou BPA é um difenol, utilizado na produção do polycarbonato de bisfenol A, do polycarbonato mais comum e de outros plásticos. O bisfenol A é um disruptor endócrino que mimetiza algumas hormonas do organismo e em certas concentrações tem efeitos negativos sobre a saúde. Em 2009 a Endocrine Society divulgou comunicado científico expressando preocupação com a exposição humana ao BPA. A substância é proibida em países como Canadá, Dinamarca e Costa Rica, bem como em alguns Estados norte-americanos. In **Bisfenol A**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018, rev. 5 Fevereiro 2018. [Consult. 5 fev. 2018]. Disponível em WWW:<[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Bisfenol\\_A&oldid=51202662](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Bisfenol_A&oldid=51202662)>.

<sup>219</sup> Os ftalatos são agentes plasticizantes utilizados em plásticos derivados de PVC, permitem que estes sejam mais moles e flexíveis. Na União Europeia o uso de alguns ftalatos foi restringido na produção de brinquedos infantis desde 1999 devido às preocupações que estes levantam quanto à sua toxicidade endócrina, reprodutiva e às propriedades carcinogénicas.. Os ftalatos DEHP, BBP, e o DBP estão restringidos para todos os brinquedos; Os ftalatos DINP, DIDP, e o DNOP estão restringidos apenas nos brinquedos que possam ser metidos na boca. Esta restrição define que a quantidade de ftalatos não pode ser superior a 0,1% da quantidade total de matéria plástica do brinquedo. Estes ftalatos são permitidos em qualquer concentração nos restantes produtos e outro tipo de ftalatos não estão restringidos. SÁ, Anabela, SANTOS, José, CONCEÇÃO, Raquel – **Ftalatos – Phtalates** [Em linha] Universidade do Porto – Faculdade de Farmácia 2010 [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://sites.google.com/site/toxphthalates/>

<sup>220</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit. pp. 36 -37

objetos deste material em geral. Se as práticas continuarem a ser as mesmas, ou seja uma visão não-circular, as externalidades acima mencionadas vão ser exacerbadas.<sup>221</sup>

#### 4.7 Uma nova visão para os plásticos

Existe uma nova visão sobre os plásticos e embalagens de plástico e está alinhada pelos princípios da Economia Circular. Tem a ambição de proporcionar melhores benefícios económicos em todo o sistema e com melhores resultados ambientais através da criação de uma economia com um uso efetivo de plásticos de pós-consumo, que por sua vez reduz drasticamente as perdas de plástico para os sistemas naturais (principalmente o oceano), tal como outras externalidades negativas. Para este percurso parte da solução é o afastamento das matérias-primas fósseis.

Segundo a perspetiva da Fundação Ellen MacArthur e do projeto Mainstream<sup>222</sup> – apresentado no relatório ‘*New Plastic Economy*’ é possível pensar nos plásticos como um fluxo de material efetivo, á escala global, quando alinhados pelos princípios da economia circular.<sup>223</sup> Parte desta nova visão tem como principio nunca propor estes materiais como desperdício, mas antes propor que estes sejam revalorizados e voltem à economia como nutrientes técnicos ou biológicos na forma mais eficiente possível. Esta nova estratégia tem por base e subscreve os princípios da economia circular.<sup>224</sup>

---

<sup>221</sup> Ellen MacArthur Foundation op. cit. p. 28

<sup>222</sup> O Project MainStream é uma iniciativa global dirigida por CEO's de nove empresas multinacionais (Averda, BT, Tarkett, Royal DSM, Ecolab, Indorama Ventures, Philips, SUEZ e Veolia) e da Fundação Ellen MacArthur, que visa acelerar as inovações empresariais e ajudar a escalar a economia circular. O consórcio está centrado na análise de impasses sistémicos em fluxos de materiais à escala global. Estes são normalmente problemas muito grandes ou muito complexos para que um negócio individual, cidade ou governo venha a superar sozinho. Uma das áreas de trabalho é a *New Plastics Economy*.

<sup>223</sup> Ellen MacArthur Foundation op. cit. p.16

<sup>224</sup> Ibid. Ibidem P.32

Estes princípios pressupõe um sistema industrial que pode ser regenerativo e restaurador através do projeto. Uma Economia Circular é um sistema Indústria que assenta sob três princípios:

- Preservação e aumento do capital natural;
- Otimização do uso dos recursos;
- Fomentar a eficácia dos sistemas;

A Fundação Ellen MacArthur disponibiliza vários artigos no seu sítio na internet que identificam exemplos de boas-práticas demonstrando que a transição para a economia circular pode trazer múltiplos benefícios derivados de uma economia mais resiliente, inovadora e produtiva. O estudo levado a cabo pela União Europeia em 2015, intitulado *‘Study Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe’*, demonstrava que a mudança para esta perspetiva económica em três áreas-chave – mobilidade, alimentação e ambiente construído – poderia gerar benefícios anuais para a Europa no valor de 1,8 triliões de euros.<sup>225</sup>

Dadas as vantagens das embalagens de plástico é muito pouco provável que exista uma redução global do volume de produção das mesmas. Mesmo assim é aconselhável uma redução do volume de embalagens plásticas produzidas, desde que seja possível e benéfico para a conservação dos produtos (p. ex. redução de peso das embalagens). Parte da solução para esta redução passa também por não se produzirem embalagens descartáveis e substituir os plásticos por outros materiais, como por exemplo os bioplásticos compostáveis.

Criar uma economia efetiva de plásticos de pós-consumo é um dos pilares da estratégia para uma Economia Circular de plásticos. É crucial capturar o máximo de valor do material e aumentar a produtividade destes recursos, possibilitando um incentivo económico para aumentar a captura dos materiais e evitar as perdas sobre os ambientes naturais. Para além disto, é possível que facilite a transição para plásticos de origem renovável, pela redução da necessidade de novos plásticos de origem fóssil.

---

<sup>225</sup> Ibid. Ibidem P. 40

Os três pontos diretores desta nova visão em relação aos plásticos e embalagens de plástico são:

Aumentar a eficiência, qualidade e capacidade de reciclagem: Para atingir este objetivo é necessário estabelecer um Protocolo Global sobre Plásticos. Tal pode permitir criar cadeias a nível global, estabelecendo a direção da reestruturação e convergência de materiais, formatos e sistemas de tratamento, para possibilitar o melhoramento dos sistemas de recolha, triagem e reprocessamento, tal como a qualidade final do produto. Estas melhorias devem ser feitas possibilitando a contínua inovação tendo em conta as diferenças regionais. Possibilitar mercados secundários para materiais reciclados através da introdução de mecanismos de correspondência, compromissos por parte da indústria e/ou intervenção política.

Aumentar a utilização de embalagens reutilizáveis: É prioritário escalar a adoção de embalagens reutilizáveis dentro de negócios de empresas-para-empresas<sup>226</sup>. Esta estratégia deve também ser posta em prática nas aplicações empresa-consumidor, por exemplo no caso dos sacos de plástico.

Aumentar a aplicação de embalagens de plástico compostável: As aplicações para estes materiais são aquelas onde existe um baixo risco de contaminar o fluxo de reciclagem, pela separação e implementação de circuitos fechados, e onde é possível a mistura de resíduos orgânicos (p. ex. restos de comida) com as embalagens compostáveis. Em certos circuitos controlados existe a possibilidade de transformar o conteúdo orgânico em nutrientes para o solo, mediante processos de compostagem. Exemplos dessas aplicações são: sacos para separação de lixo orgânico, embalagens alimentares para eventos, cadeias de *fast-food*, cantinas e outros circuitos com a recolha e separação controlados.<sup>227</sup>

---

<sup>226</sup> É a denominação de negócios que são feitos entre empresas, ou seja uma é o cliente e outra é o fornecedor. O oposto seria *business-to-consumer*, no qual o consumidor final é uma pessoa física.

<sup>227</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit. P. 18.

#### **4.7.1 Reduzir as perdas de plástico para sistemas naturais**

Para se conseguir reduzir as perdas de plástico dos ciclos de recolha e tratamento para o meio natural, são necessários vários esforços conjuntos em três eixos<sup>228</sup>:

- Reduzir as perdas de plásticos para o meio ambiente em países que têm índices altos desta prática;<sup>229</sup>
- Tornar mais atrativo a manutenção destes materiais nos sistemas e reduzir o impacto negativo dos plásticos quando libertados nos ambientes naturais.
- Melhoramento das infraestruturas relacionadas com o sistema dos resíduos, em países com baixa eficácia na retenção dos mesmos nos ciclos de tratamento.

Aumentar a atratividade económica da manutenção dos plásticos nos sistemas de recolha reduz a quantidade que é libertada nos meios naturais, diminuindo os impactos negativos dos mesmos. Esta questão é particularmente crucial em países onde existe um sistema informal de recolha e tratamento de resíduos.

Apesar de este ser um ponto crítico a ser melhorado à escala global, é insuficiente se for tomado isoladamente. Mesmo no caso do melhor cenário possível, em que as perdas para sistemas naturais estabilize, mas não seja eliminado, estas perdas implicam que o volume de plásticos se acumule onde não, é devido como nos oceanos. Devido ao facto de os plásticos demorarem séculos a desaparecerem dos ambientes naturais, a contínua libertação dos mesmos para os oceanos implica que lá se acumulem.<sup>230</sup>

#### **4.7.2 Dissociar os plásticos das matérias-primas fósseis**

A dissociação dos materiais plásticos de matérias-primas fósseis vai permitir à indústria das embalagens complementar a sua contribuição para a produtividade de recursos durante um processo com baixos níveis de carbono. Outra forma de dissociação dos plásticos de matérias-primas fósseis é a criação de uma economia eficaz de pós-

---

<sup>228</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit. Pp 40 – 68.

<sup>229</sup> Os países em vias de desenvolvimento, em especial no continente Asiático contribuem com cerca de 80% dos plásticos libertados para os oceanos.

<sup>230</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit.

consumo, dado que iria reduzir a necessidade de matéria-prima virgem. Outro foco é o desenvolvimento de materiais feitos a partir de matérias-primas de origem renovável, que providenciassem os materiais necessários para compensar as perdas do sistema, apesar do aumento da capacidade de reciclagem e reutilização.<sup>231</sup>

É também necessário aumentar os esforços existentes para compreender os impactos negativos das substâncias que levam preocupações e acelerar o desenvolvimento e a aplicação de alternativas seguras. Dirigir o investimento para a criação de materiais e formatos que reduzam o impacto negativo das embalagens de plástico (tendo em conta que estas podem ir parar a ambientes naturais) é um passo crucial.<sup>232</sup>

A maior parte dos plásticos libertados para os meios naturais têm origem em embalagens, e dados os benefícios funcionais destas o mais provável é que estes materiais continuem a ser aplicados no seu fabrico. A problemática dos plásticos aplicados a produtos de vida útil de curta duração (cerca de um ano) é que estes materiais podem permanecer na natureza inalterados, ou seja sem biodegradação, durante muito tempo (séculos).<sup>233</sup> A persistência dos materiais plásticos é o grande problema, e a sua presença em ambientes marinhos é tóxica. Para adereçar este problema será necessário desenvolver embalagens de plásticos “bio-benignas”, ou seja embalagens feitas em materiais que não tenham o impacto negativo dos materiais atuais, quando perdidos para sistemas naturais, sendo ao mesmo tempo recicláveis e competitivos em termos de custos. Parte da resposta a este problema passa pelos bioplásticos biodegradáveis, apesar de a maioria destes bioplásticos só se degradam rapidamente em ambientes muito específicos (p. ex. compostagem industrial), existem os bioplásticos compostáveis certificados para degradação em solo (o tipo de certificação necessário para os bioplásticos aplicados no fabrico de filme para *mulching*).<sup>234</sup> É esta perspetiva que faz a diferença entre polímeros de origem fóssil e polímeros de origem orgânica, desde que os segundos tenham o ciclo de vida correto, estes são mais favoráveis relativamente ao meio ambiente.

---

<sup>231</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit. P.90

<sup>232</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit. pp. 24 - 39

<sup>233</sup> Ibid. Ibidem

<sup>234</sup> Ibid. Ibidem p. 68



O próximo capítulo explora o conceito de economia circular, que se preocupa com ciclos fechados na economia, ou seja uma economia onde não existe desperdício. A economia circular está a ganhar cada vez mais atenção pelo potencial de mudar a forma como a sociedade pode continuar a prosperar, ao mesmo tempo que reduz a procura por recursos finitos, e minimizar as externalidades negativas. Esta transição requer abordagens sistemáticas, que vão para além das melhorias incrementais dos sistemas existentes, por exemplo pela criação de novos mecanismos de colaboração.

Capítulo 5  
**ECONOMIA CIRCULAR**

## 5 Economia Circular

### 5.1 O que é a Economia Circular

O nosso planeta como sistema é fechado, os seus elementos básicos são finitos e valiosos, e tudo o que é natural do planeta é o que a humanidade tem, e tudo o que a humanidade produz não desaparece. Ao contaminar mos a massa biológica da Terra enquanto desperdiçamos os nutrientes técnicos (polímeros, metais etc.) que produzimos enquanto humanidade, continuaremos a estar num mundo de recursos limitados.<sup>235</sup>

Se a humanidade quer prosperar deve imitar o funcionamento altamente eficiente do planeta Terra – o sistema ‘*cradle to cradle*’ (da origem para a origem)<sup>236</sup> – onde existe um constante fluxo de nutrientes entre metabolismos e o conceito de lixo não existe.<sup>237</sup> Segundo a Fundação Ellen MacArthur<sup>238</sup>, para eliminar o conceito de lixo na nossa sociedade, significa desenhar as coisas – produtos, embalagens e serviços e materiais – mimetizando os ciclos naturais do planeta em que os recursos são constantemente reintroduzidos em novos ciclos de aproveitamento. O que significa que o conceito “a forma segue a função” já não é suficiente mas antes a “forma segue a evolução”<sup>239</sup>.

---

<sup>235</sup> MCDONOUGH, William e BRAUNGART, Michael – **Cradle to Cradle: Remaking the way we make things**. 1a Ed.. Nova York: North Point Pres P.104

<sup>236</sup> O conceito de *cradle-to-cradle* foi criado pelos autores William McDonough e Michael Braungart. É uma abordagem ao desenvolvimento de produtos e sistemas industriais humanos com base no funcionamento dos sistemas naturais. Os materiais são vistos como os nutrientes que circulam e alimentam os vários sistemas produtivos de forma segura. O conceito *Cradle-to-Cradle* sugere que a indústria proteja os ecossistemas e os metabolismos biológicos da natureza, ao mesmo tempo que mantém uma produção de alta qualidade e segura nos metabolismos técnicos. É uma visão mais holística sobre o panorama social, económico e industrial que procura criar sistemas, que eficientes e sem desperdício.

<sup>237</sup> Ibid.

<sup>238</sup> A Fundação Ellen MacArthur, fundada pela circum-navegadora britânica Ellen MacArthur, depois de ter completado circum-navegação a solo mais rápida de sempre, e de ter observado em primeira mão a poluição marinha e os seus impactos. Fundada em 2010, com sede no Reino Unido, objetivo da fundação é facilitar e incentivar a transição para a Economia Circular. Para isso tem desenvolvido parcerias com diversas empresas multinacionais com a Danone, Google, H&M, Nike, IntesaSanPaolo, Philips, Renault Solvai, Unilever e a IDEO como consultora na área do design. O trabalho desenvolvido até hoje tem sintetizado o conhecimento existente sobre a Economia Circular, e publicado diversos relatórios sobre o impacto em diversas áreas como Educação, Políticas para a sustentabilidade e negócios. As análises disponibilizadas pela Fundação foram da maior relevância para o desenvolvimento desta dissertação. In Ellen MacArthur Foundation – **About** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation [Consult. em Outubro 2017] Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/about>

<sup>239</sup> MCDONOUGH, William e BRAUNGART, Michael. Op. cit.

A economia circular tem por base o conceito de *cradle-to-cradle*, em que é possível reconhecer dois metabolismos no funcionamento do planeta, onde estamos incluídos:

O metabolismo biológico: É o ciclo biológico, que envolve organismos vivos e os processos naturais do planeta. Neste ciclo existem os nutrientes biológicos, que são materiais ou produtos que são “desenhados” para retornarem ao ciclo biológico onde vão ser consumidos por microrganismos como bactérias e fungos, ou por animais.

O metabolismo técnico ou tecnoesfera: Diz respeito a ciclos da indústria incluindo a extração de materiais da natureza.

Assim os produtos podem ser compostos por materiais que entrem nos dois ciclos – materiais que sofram biodegradação tornando-se parte do ciclo biológico; e materiais técnicos que funcionam como nutrientes da indústria que podem estar continuamente incluídos em ciclos fechados de reaproveitamento.<sup>240</sup>

A proposta da Economia Circular encontra semelhanças no programa para o *Design Simbiótico*, proposto por Paulo Parra. O *Design Simbiótico* é um conceito centrado nas áreas da cultura projectual, da biologia e tecnologia e que estabelece analogias evolutivas entre sistema biológicos e sistemas tecnológicos.

Em ambos os programas o objetivo é minimizar o impacto ambiental da atividade humana em especial os objetos devem ser desenhados de forma a minimizar o seu impacto ambiental.

Na Economia Circular encontramos a preocupação com a integração dos produtos e materiais em ciclos fechados de matéria e energia, e o projeto deve ser guiado por este princípio, validando as opções que permitam a circularidade no fim-de-vida útil.

Na proposta do *Design Simbiótico* os sistemas tecnológicos, ou objetos, devem ser desenvolvidos para atingirem maior autonomia dos sistemas tecnológicos projetados. Ou seja os objetos e sistemas não devem ser dependentes em termos energéticos de fontes externas, e idealmente serão alimentados por fontes renováveis (sol, vento, marés e até mesmo do ser Humano). Esta metodologia propõe ainda que em projeto sejam

---

<sup>240</sup> Ibid. p.105

considerados o maior número possível de componentes biodegradáveis, para que os objetos possam ser utilizados e reciclados com o menor impacto possível.<sup>241</sup>

“ Isto implica uma simbiose perfeita entre os sistemas naturais e os sistemas tecnológicos e humanos.”<sup>242</sup>

Em ambas as abordagens a análise do ciclo de vida do produto e dos sistemas de produção são considerados instrumentos úteis para que se atinjam estes objetivos.

### 5.1.1 O Conceito de Economia Circular

Uma Economia Circular pressupõe um sistema industrial que pode ser regenerativo e restaurativo através da atividade projectual, onde o objetivo é manter produtos, componentes e materiais no seu máximo de utilidade e valor, o máximo de tempo possível. Este modelo económico procura dissociar o desenvolvimento da economia global do consumo excessivo de recursos finitos.<sup>243</sup>

As escolas de pensamento em que a economia circular se baseia emergiram a partir da década de 70 do século XX, e ganharam maior relevo a partir de 1990. Estas escolas de pensamento incluem a economia de serviços funcionais (economia de performance) de Walter Stahel, a filosofia de design *Cradle to Cradle* de William McDonough e Michael Braungart, os princípios do biomimetismo descritos por Janine Benyus, os princípios de ecologia industrial de Reid Lifset e Thomas Graedel, o capitalismo natural de Amory Lovins, Hunter Lovins e Paul Hawken e a os princípios da economia azul enunciados por Gunter Pauli.<sup>244</sup> O conceito economia circular distingue entre ciclos técnicos e biológicos como apresentado anteriormente, mas integra-os num contínuo ciclo de desenvolvimento positivo<sup>245</sup>.

---

<sup>241</sup> PARRA, Paulo Jorge Martins – **Design simbiótico: cultura projetual, sistemas biológicos e sistemas tecnológicos**. Lisboa : [s.n.], 2007. Tese de doutoramento em Belas-Artes com especialização em Design de Equipamento, apresentada à Faculdade de Belas-Artes da universidade de Lisboa, p. 329

<sup>242</sup> Ibid. Ibidem P. 327

<sup>243</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Publications** [Em linha]. [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, 02 de Dezembro 2015. [Consult. em Outubro 2017] Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>

<sup>244</sup> Ibid. Ibidem

<sup>245</sup> Ibid. Ibidem

Uma Economia Circular é um sistema Industrial que assenta sob três princípios:

- Preservação e aumento do capital natural;
- Otimização do rendimento dos recursos;
- Fomentar a eficácia dos sistemas;<sup>246</sup>

Segundo os seus princípios uma economia circular deve ser eficaz em todas as escalas. O resumo desta visão encontra-se descrito na imagem seguinte, e em maior detalhe no Anexo ‘Diagrama Sistémico’.

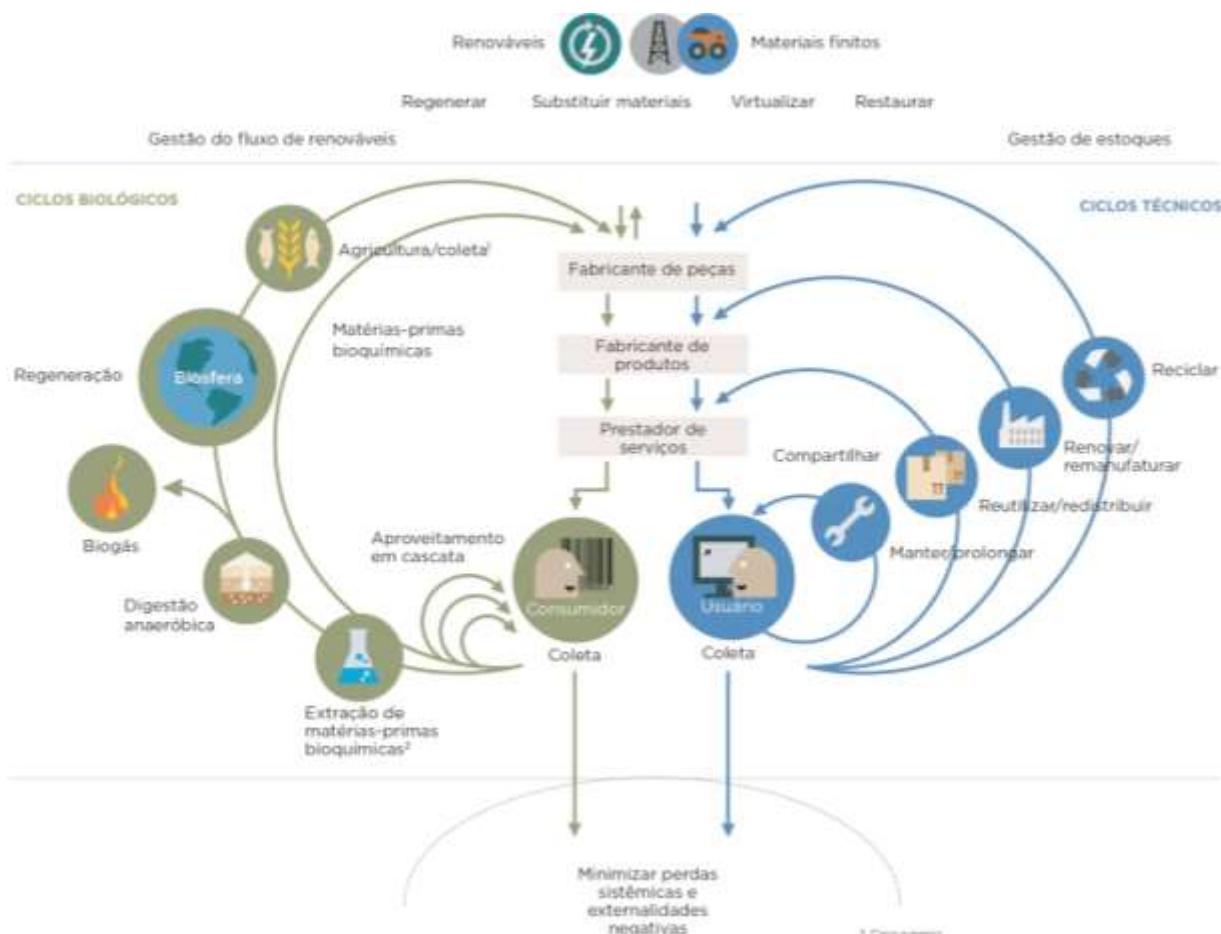


Fig. 27 - Fundação Ellen MacArthur, **Diagrama Sistémico** (2017)

A Economia Circular caracteriza-se por minimizar as perdas e externalidades negativas (p. ex. poluição) através dos ciclos de materiais, produtos e componentes.

Fonte: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/diagrama-sistemico>

<sup>246</sup> World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company- **The New Plastics Economy — Rethinking the future of plastics** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, 2016 [Consult. em Março 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. P. 32

### 5.1.2 Os princípios da Economia Circular

Numa Economia Circular existem diversos mecanismos para criação de valor e que procuram dissociar-se do consumo de recursos finitos. Segundo esta visão o consumo só acontece em bio ciclos eficazes, em todas as outras situações a “posse” de bens vai ser substituída pelo “uso” de bens que são alugados. Os bio ciclos permitem regenerar recursos, e os ciclos técnicos permitem recuperar os recursos. Nos bio ciclos os mecanismos próprios da natureza permitem a regeneração de materiais, com ou sem intervenção humana, e nos ciclos mecânicos a intervenção humana recupera materiais. Nestes dois tipos de ciclo a manutenção e aumento de capital tem diferentes características.<sup>247</sup> Os princípios da economia circular visam vários dos desafios que as indústrias e economia encontram em relação a recursos e sistemas.

Os princípios são apresentados abaixo<sup>248</sup>:

**- Princípio 1: Preservar e aumentar o capital natural – controlo dos estoques de recursos finitos e equilíbrio dos fluxos de recursos renováveis.**

Este princípio tem por base a desmaterialização da utilidade, ou seja providenciar utilidade virtual sempre que possível. Segundo este princípio, quando os recursos são necessários os sistemas circulares devem seleciona-los de forma ponderada, fazendo opções tecnológicas e de processos que utilizem recursos renováveis ou com a melhor performance possível. A economia circular também realça o capital natural, encorajando o fluxo de nutrientes dentro do sistema e criando condições para a regeneração de sistemas (p.ex. solo).

---

<sup>247</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Publications** [Em linha]. [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, 02 de Dezembro 2015. [Consult. em Outubro 2017] Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>

<sup>248</sup> Ibid.

**- Princípio 2: Otimização do rendimento de recursos – permanente circulação de produtos, componentes e materiais no máximo da sua utilidade nos ciclos técnicos e biológicos.**

Este princípio é direcionado para a manutenção de componentes e materiais nos ciclos económicos. Significando que se deve projetar para a remanufatura<sup>249</sup>, restauro e reciclagem.

Os sistemas circulares utilizam assim ciclos mais apertados sempre que preservam energia e valores, como o trabalho incorporado no produto. Estes sistemas permitem manter uma baixa velocidade dos ciclos pois estende a vida útil do produto, otimizando a sua reutilização. A utilização de um produto pode ser estendida pela partilha do mesmo.

Os sistemas circulares também estendem o uso de materiais biológicos por canalizarem-nos para consecutivas aplicações de menor grau, evitando a extração de novas matérias-primas.

**- Princípio 3: Fomentar a eficácia do sistema – revelar as externalidades negativas dos sistemas e exclui-las projetos.**

Os produtos e serviços considerados de maior relevância para os seres humanos são: alimentos, mobilidade, habitação, educação, saúde e entretenimento. Para tal é necessário gerir as externalidades negativas dos sistemas, de forma a não diminuir o acesso a estas essencialidades.

Antes de mais este princípio pretende reduzir os danos aos produtos e serviços que os seres-humanos necessitam, gerindo as externalidades como o uso excessivo da terra, ar e água. Abrange também a diminuição de poluição sonora, libertação de substâncias tóxicas e alterações climáticas.

Estes três princípios funcionam como linhas orientadoras do conceito de Economia Circular, onde é basilar o conceito de que tudo está interligado. Como na natureza tudo foi ‘projetado’ de forma circular – em que tudo está interligado e não existe

---

<sup>249</sup> Remanufatura é um processo industrial que consiste nas etapas de desmontagem, limpeza e reparação ou substituição das peças de um produto usado, testes de qualidade do produto, atualização (no caso de produtos eletrónicos) e remontagem do produto que deverá apresentar perfeitas condições de funcionamento, iguais às de um produto novo. *In Remanufatura*. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017, rev. 20 Março 2017. [Consult. 20 mar. 2017]. Disponível em WWW:<<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Remanufatura&oldid=48318046>>.



desperdício- a humanidade deve transitar de um sistema linear (extrair – fazer – desperdiçar), para um sistema de integração.<sup>250</sup>

Os princípios de uma Economia Circular servem para orientar as ações, mas não a descrevem. São as suas características que a explicam.

### 5.1.3 Características da Economia Circular

#### - Design sem desperdício

Quando os materiais (componentes técnicos ou biológicos) de um produto são desenhados no sentido de serem reintroduzidos no seu ciclo correspondente (componentes biológicos – ciclos biológicos; componentes técnicos – ciclos técnicos) não existe desperdício ou resíduos. Os materiais técnicos – polímeros, ligas metálicas e outros materiais sintéticos – são desenvolvidos para serem utilizados várias vezes com o mínimo de energia, mantendo a máxima qualidade (a reciclagem como é hoje praticada resulta numa redução da qualidade do material final e geralmente é reintroduzida matéria prima bruta).<sup>251</sup> Por isso os produtos devem ser desenhados com vista à fácil manutenção e, quando em fim de vida, para uma desmontagem e separação dos componentes mais fácil, resultando uma reciclagem mais eficiente,

Este princípio será explorado em maior profundidade no capítulo ‘Design na Economia Circular

#### - Criar resiliência através da diversidade

Os sistemas mais diversos, com muita conectividade e diversidade de escalas, são mais resilientes face a choques externos do que sistemas construídos simplesmente para serem eficazes (que geralmente têm escalas maiores).<sup>252</sup> A modularidade, versatilidade e adaptabilidade são características que devem ser priorizadas para um rápido desenvolvimento.

---

<sup>250</sup> ANDREONI, Marta - **DESIGN THINKING APPLIED TO THE CIRCULAR ECONOMY** [Em linha]. [S.n]: Eco design thinking. [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.ecodesignthinking.com/design-thinking-applied-to-circular-economy/>

<sup>251</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit. p.7

<sup>252</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Economia Circular** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, [Consult. em: Dezembro 2017] Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/caracteristicas-1>>

Nos sistemas vivos a biodiversidade é essencial para assegurar a sobrevivência a mudanças no ambiente, como as alterações climáticas.<sup>253</sup> De forma semelhante, as economias precisam de equilíbrio e de várias escalas de negócios para que consigam prosperar no futuro.<sup>254</sup> No tecido industrial as maiores empresas oferecem volume e eficiência, as mais pequenas oferecem modelos alternativos que prosperam quanto ocorrem crises.<sup>255</sup>

### **- Transitar para fontes de energia renovável**

Todos os sistemas da sociedade deveriam procurar funcionar a partir de energias renováveis, esta proveniência de energia será também a mais apropriada para uma economia circular, dados os baixos níveis que exige quando comparados com os níveis de consumo do sistema corrente.

Um exemplo desta característica é o sistema agrícola. Nos sistemas de produção agrícola existe uma grande dependência de energia solar, mas alguns componentes deste sistema funcionam com base em combustíveis fósseis (fertilizantes, maquinaria, processamento e toda a cadeia de produção). Sistemas de produção agrícola mais integrados e circulares, poderiam reduzir a necessidade de combustíveis fósseis como insumo e capturarem mais valor energético de subprodutos como adubos orgânicos (p.ex. o estrume).<sup>256</sup>

### **- Pensar em sistemas**

Um sistema é composto por partes que se influenciam, e é crucial compreender como é que funcionam num todo. Para se compreender os sistemas circulares é necessário compreender a interligação entre os vários elementos e subsistemas que o compõem – por exemplo para se produzirem objetos são necessárias matérias-primas, fábricas de transformação destas matérias e fábricas de processamento dos materiais, e estes sistemas estão todos ligados, assim quando se projeta um determinado produto é necessário compreender como estas partes se articulam entre si e com o meio ambiente.

---

<sup>253</sup> WIRED, (Agosto, 2014), **Post-organic: Leontino Balbo Junior's green farming future** Apud. Ellen MacArthur Foundation (2015] p. 7

<sup>254</sup> GOERNER, S.J., LIEATER, B., ULANOWICZ, R.E., (2009) **Quantifying sustainability: resilience, efficiency and the return of information theory**, pp 76–81 apud Ellen MacArthur Foundation (2015] p. 7

<sup>255</sup> Ibid.

<sup>256</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Economia Circular** Op. cit.

Numa economia circular os elementos são considerados na relação com o seu ambiente e contextos sociais. Por exemplo uma máquina é evidentemente um sistema, mas é um sistema linear que está limitada por projeto, ou seja é determinista. Por contraste a maioria dos sistemas no mundo natural são não-lineares, ricos em retroalimentação (*feedback*) e interdependentes. Nestes sistemas as condições de partida são na maioria imprevista e combinadas com retroalimentação, culminando em consequências surpreendentes e resultados desproporcionais aos insumos (*feedback* ‘não-amortecido’ ou descontrolado). Estes sistemas não podem ser geridos de forma convencional, ou seja de forma ‘linear’, mas antes de forma flexível e com adaptações frequentes à mudança de circunstâncias.<sup>257</sup>

O projeto para uma economia circular deve contemplar os ciclos naturais de forma a poder eliminar os impactos na natureza, ou seja a sua degradação. E tal como os sistemas naturais, deve estar embutido de mecanismos de *feedback* para uma contínua aprendizagem e melhoramento dos mesmos.

### **- Pensar em cascatas**

Os processos em cascata consistem em revalorizar os materiais em aplicações de menor valor até estes deixarem de ser aplicáveis, então nesta fase, idealmente os materiais serão entregues à biosfera (nomeadamente através do solo).

Para materiais biológicos, a criação de valor reside essencialmente na oportunidade de extrair valor adicional de produtos e materiais através de processos de cascata para serem introduzidos noutras aplicações.

Na decomposição biológica, seja em processos naturais ou em processo de fermentação controlados, são microrganismos como bactérias e fungos que degradam os materiais e extraem energia e nutrientes dos hidratos de carbono, gorduras e proteínas presentes nos materiais. Por exemplo o caso das madeiras, ao serem queimadas logo a seguir a serem extraídas das árvores, sem passarem por outras aplicações, estão a ser ignorados os potenciais do material. Nestes casos a madeira podia ter uma vida útil como

---

<sup>257</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Economia Circular** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, [Consult. em: Dezembro 2017] Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/caracteristicas-1>>

parte de um objeto, e que chegando ao fim da sua utilidade podia ser desmanchado e a madeira então incinerada.<sup>258</sup>

O potencial das aplicações em cascata refere-se à diversificação das reutilizações ao longo de toda a cadeia de valor, com cada utilização subsequente de valor inferior à antecedente. Um exemplo de aplicação do método de cascata é o do algodão, a primeira aplicação da matéria-prima virgem será fabrico de peças de roupa, que vai ser reutilizado quando esta for vendida nos mercados de segunda mão. Depois de já não servir como peça de vestuário esse algodão pode ser inserido no mercado de mobiliário como enchimento de estofos, e no fim de vida útil da peça de mobiliário esse enchimento pode ser encaminhado para a produção de isolamento para construção civil. Onde vai permanecer durante muitos anos. Nestes ciclos de cada caso o algodão usado foi substituindo matéria-prima virgem nos influxos de produção.<sup>259</sup>

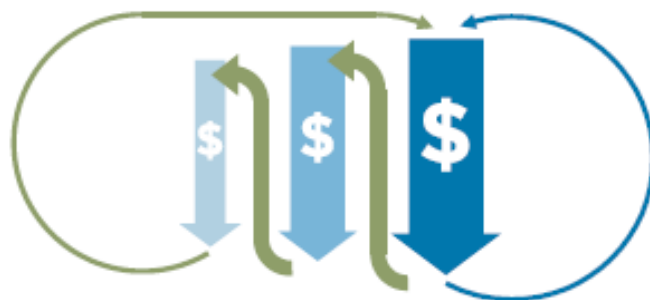


Fig. 28 – Esquema do processo de cascata.

Fonte: Ellen MacArthur Foundation – **Publications** [Em linha]. [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, 02 de Dezembro 2015. [Consult. em Outubro 2017] Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>> p.9

<sup>258</sup> Ibid.

<sup>259</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Publications** [Em linha]. [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, 02 de Dezembro 2015. [Consult. em Outubro 2017] Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>> p. 7

### 5.1.4 Os pilares da Economia Circular

#### - Design de produtos e produção circulares

O fim-de-vida de um produto não é só abordado no fim-de-vida do mesmo, esta fase deve ser projetada na fase de design de um produto e até mesmo da escolha de materiais. A escolha dos materiais é determinantes para o fim de vida de um produto, tal como desenha-lo para a desmontagem, reutilização ou reparação. A transição para uma economia circular é necessária, e as empresas terão que adquirir competências em design circular para que os processos de reutilização, reciclagem e aproveitamento em cascata sejam cada vez mais eficazes. Para compreender melhor este princípio vão ser apresentados vários exemplos de produtos mais à frente no capítulo ‘Design na Economia Circular’<sup>260,261</sup>.

#### - Ciclo reverso

Na transição para uma economia circular é necessário uma estrutura de materiais que preserve o máximo de valor possível. Só se consegue criar valor de materiais e produtos usados, com uma estrutura preparada para isso, pois é necessário recolhê-los e devolvê-los à sua origem, com todos os processos associados. A logística reversa e os métodos de tratamento possibilitam o retorno desses materiais ao mercado ou ao solo, consoante se insiram em ciclos técnicos ou biológicos.<sup>262</sup>

---

<sup>260</sup> COTEC Portugal – **Economia Circular** [Em linha] Porto: COTEC Portugal, 22 de Novembro 2016 [Consult. em Dezembro de 2017] Economia Circular Preservar, otimizar e assegurar recursos essenciais para o nosso futur. Disponível em:

[http://www.cotecportugal.pt/imagem/20161122\\_EC\\_Booklet\\_Exposi%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://www.cotecportugal.pt/imagem/20161122_EC_Booklet_Exposi%C3%A7%C3%A3o.pdf)

<sup>261</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Building Blocks** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, [Consult. em: Dezembro 2017] Disponível em: < <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/building-blocks> >

<sup>262</sup> COTEC Portugal Op. cit.

Para que este retorno seja possível é necessário desenvolver novas cadeias logísticas, de separação, de armazenamento, de gestão de risco, e novas formas de gerar energia, sendo necessário o contributo e inovações da engenharia biológica, molecular e de polímeros.<sup>263</sup>

Com melhores e mais eficientes sistemas de recolha, tratamento e segmentação de produtos em fim-de-vida útil, as perdas do sistema (materiais) diminuem e o ciclo económico circular é alimentado.<sup>264</sup>

### **- Novos modelos de negócio**

São necessários novos modelos de negócio, por exemplo modelos que substituam a compra de um produto por um sistema de licença de utilização. Novos modelos são essenciais seja porque substituem os que existem ou porque criam novas oportunidades.

As empresas com quotas de mercado significativas e com grande abrangência vertical ao longo de todos os passos da cadeia de valor podem desempenhar um papel principal na inovação para a economia circular, e tornar o conceito mais popular junto de mais pessoas, alavancando a sua escala e a integração vertical. Enquanto os novos modelos de negócio, materiais e produtos possam vir maioritariamente de empreendedores, as marcas líder e com grandes volumes de vendas desempenham um papel crucial.

A perspetiva da Fundação Ellen MacArthur é de que os modelos de negócio circulares lucrativos e as iniciativas para a circularidade vão inspirar outros intervenientes espalhando-se pelo mundo.<sup>265</sup>

Um modelo de negócio enquadrado na economia circular, pode ser muito interessante pela possibilidade de oferecer produtos como serviços. Um exemplo dado é o caso do serviço *Light as a Service* (LaaS) luz como um serviço.

Neste caso os clientes pagam a luz quando é utilizada, mas os fabricantes são os donos do equipamento de iluminação, existindo um aluguer dos mesmos. O resultado deste novo modelo, no caso da iluminação é que os produtores continuam responsáveis

---

<sup>263</sup> <sup>263</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit.

<sup>264</sup> Ibid. Ibidem

<sup>265</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit.

pelo produto, logo será do seu interesse que este seja durável, dado que quanto mais o produto durar mais lucro gera.

Deste modo os prestadores do serviço vão procurar limitar e simplificar as reparações e manutenções, integrando as partes vulneráveis do produto de forma que sejam de fácil acesso. Segundo Balkenende são este tipo de modelos de negócio que geram o ímpeto para os fabricantes mudarem o modo de se projetar os objetos.<sup>266</sup>

Por parte dos fabricantes vai ser necessário uma mudança de perspetiva em relação aos recursos aplicados nos seus produtos, em vez de os verem como influxos, devem ser vistos como ativos e os seus clientes devem passar a ser vistos como utilizadores em vez de compradores. A questão passa a ser como maximizar o valor ao longo da cadeia de valor, e crucialmente como permitir que os ativos (recursos materiais) possam continuamente ser reintroduzidos nos mercados. Assim que um material for percecionado como um investimento e os clientes como utilizadores, passa a ser óbvia a falta de sentido na forma como os materiais são descartados tão rapidamente (por vezes no espaço de meses) sem qualquer perspetiva de próxima vida útil, em vez de serem mantidos em múltiplos ciclos de utilidade que gera uma relação mais forte com o cliente.<sup>267</sup>

Segundo a revista on-line *FastCompany*, existem cinco questões centrais em praticamente todos os sectores quando se repensa um modelo de negócio para a circularidade. Nestas questões o design é um ponto crucial no sentido em que os objetos têm que ser projetados tendo em conta os fatores comuns ao Design. As questões identificadas pela revista são<sup>268</sup>:

- Como se pode desenhar um produto com a recuperação dos ativos (materiais) em mente?
- Como se podem desenvolver linhas de produtos que respondam à procura sem desperdiçar os ativos (materiais)?

---

<sup>266</sup> DIEMEL, Agaath – **Design for a circular economy** [Em linha] Delft: Faculty of Industrial Design Engineering TU Delft. [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <<https://www.tudelft.nl/en/ide/research/discover-design/design-for-a-circular-economy/>>

<sup>267</sup> LACY, Peter (24 de Abril 2013). **5 Business Models That Are Driving The Circular Economy**. Fast Company [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.fastcompany.com/1681904/5-business-models-that-are-driving-the-circular-economy>

<sup>268</sup> Ibid. Ibidem

- Como se podem obter materiais de forma regenerativa, com base em ciclos de revalorização, em vez de modelos de fluxo linear?
- Como se pode desenvolver um modelo de receitas que proteja a valorização ao longo da cadeia?
- Como podemos cativar os clientes para cooperarem connosco?

As organizações maiores e mais complexas, com vários intervenientes e relações com os clientes cimentadas nos “pontos-de-venda”, terão que transitar de um modelo de fornecedores de serviço.<sup>269</sup>

É aceite que cerca de 80% do impacto ambiental de um produto é determinado na fase de projeto, fazendo dessa fase o espaço óbvio para melhorias.<sup>270</sup> No entanto os objetivos ecológicos em relação a produtos duráveis, para que sejam fáceis de reparar e desmontar entram em conflito com o imperativo económico de diminuir os custos de produção e aumentar a procura por parte dos clientes. A maior parte dos produtos compete pelo preço e a maior parte dos clientes prefere substituir um produto de 100€ de três em três anos, do que substituir um produto de 200€ de 10 em 10 anos. Como isto é um facto, a maior parte dos fabricantes está preso a uma mentalidade de “fazer barato e vender outro quando partir”.<sup>271</sup> Uma forma de quebrar com este ciclo é a “servitização”<sup>272</sup>: cobrar pelo uso de um dispositivo em vez de o vender, evita que o cliente pague antecipadamente pelo benefício de utilizar um objeto com grande eficiência de recursos. Se o design for considerado de um ponto de vista de um sistema de produto-serviço, em vez de o foco estar simplesmente no aparato físico, é mais viável retirar mais dividendos com formas alternativas de negócio.

Um exemplo de servitização bem-sucedida é o serviço da marca Rolls-Royce no ramo da aviação. A marca providencia motores de aviões com base na gestão de serviços,

---

<sup>269</sup> Ibid. Ibidem

<sup>270</sup> GRANTHAM, C., YARMUTH, L. - **Design for a Circular Economy: The Story Behind IDEO's “The Circular Design Guide”** [Em linha] [s.n.]: U.S. Chamber of commerce foundation [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.uschamberfoundation.org/design-circular-economy-story-behind-ideo-s-circular-design-guide>

<sup>271</sup> Ibid. Ibidem

<sup>272</sup> Segundo a Universidade Católica do Porto a Servitização é um modelo de negócio que envolve “a oferta de serviços (desenho de produtos, manutenção e monitorização de equipamentos, etc.) como forma de diferenciação e fonte de rentabilidade.” In Católica Porto Business School – **Servitização** [Em linha] Porto: SLab. [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.catolicabs.porto.ucp.pt/slab/home/areas-de-atuacao/servitizacao/>



cobrindo os custos de todas as partes e mão-de-obra quando os motores param, e cobram aos seus clientes o tempo de voo dos motores.<sup>273</sup>

Outras empresas estão a adotar este tipo de serviços no ramo da iluminação para escritórios e espaços de trabalho (p. ex. fábricas), fornecendo equipamento de iluminação

Este tipo de modelo ajuda a ultrapassar a barreira do preço das tecnologias LED mais eficientes por serem mais caras do que as alternativas convencionais. No caso da Phillips as entidades que alugam o serviço não possuem o equipamento de luminária, que pode ser desenvolvido à medida das necessidades reais, e pagam à Philips os Lux (intensidade e capacidade de iluminação das lâmpadas). A Phillips passa assim a implementar a melhor versão de iluminação com LED de alta eficiência energética, cobrando um serviço com base nos Lux<sup>274</sup> - “*pay per lux*”.<sup>275</sup> Este modelo adotado pela Philips permite ao cliente poupar energia evitando que este tenha que fazer um investimento inicial tão avultado como se fosse comprar o equipamento.<sup>276</sup>

É possível compreender que os modelos de negócio direcionados para a economia circular (e que em grande parte passam por virtualizar a posse) ao passarem para uma perspetiva de servitização, estarão também dependentes de produtos desenhados para tal. O projeto destes produtos deve prever a fácil desmontagem, para ser mais fácil o concerto ou troca de um componente avariado e também a desmontagem em fim-de-vida para uma fácil triagem na fase de separação para reciclagem.

---

<sup>273</sup> A Rolls-Royce vende planos “power by the hour” em que a performance do motor de avião e o serviço de reparação é feito com base no custo fixo por hora de voo, em vez de ser vendido o equipamento. O plano da Rolls-Royce reduziu o uso de matérias-primas, custos e emissões de gases com efeito de estufa, através do programa de reciclagem *Revert* associado ao novo modelo de negócio. A Rolls-Royce recolhe as peças dos motores que substitui durante as reparações dos motores, e encaminha para os seus parceiros para remanufatura. In CLIFTON, Andrew (31 de Março 2016) **Create consistent supply systems**. Nature 531. 443–446 [Consult. em Dezembro 2017] disponível em: [https://www.nature.com/articles/531443a?WT.feed\\_name=subjects\\_culture](https://www.nature.com/articles/531443a?WT.feed_name=subjects_culture)

<sup>274</sup> Lux é a unidade de medida de iluminação luminosa (símbolo: lx) equivalente à iluminação de uma superfície que recebe, de uma forma uniformemente distribuída, um fluxo luminoso de 1 lúmen por metro quadrado.

**LUX**, in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha] [S.l.:s.n] 2008-2013, [consultado em 22-11-2017] Disponível em: <https://www.priberam.pt/dlpo/LUX>.

<sup>275</sup> RAWLING, Tracey [et al.] (3 de Setembro 2014) **Back to the drawing board: how good design can eliminate waste**. The Guardian [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2014/sep/03/good-design-eliminate-waste>

<sup>276</sup> Philips - **Rethinking the future: Our transition towards a circular economy** [Em linha] [s.n.] Phillips [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.philips.com/a-w/about/sustainability/sustainable-planet/circular-economy.html>

A revista de negócios Fast Company<sup>277</sup> resume outros modelos de negócio que podem contribuir para tornar a economia circular uma realidade:

- **Vendas de materiais e produtos em segundas vidas-úteis:** Este modelo de negócio é aplicável às empresas que têm capacidade para recuperar e recondicionar os seus produtos após o uso e, em seguida, coloca-los no mercado, ganhando por duas e três vezes receitas adicionais. O exemplo apresentado é o da marca Indiana de automóveis, TATA. A marca tem um esquema de recolha e recondicionamento de carros usados, este modelo de negócio vai para além da venda de carros em segunda mão, os carros são recondicionados nas oficinas da marca e passam por processos de certificação. É ainda oferecido ao cliente opções de financiamento e garantia.<sup>278</sup>

- **Transformação de produtos:** Nem todos os produtos podem ser recondicionados na sua totalidade, mas a maioria tem certos componentes que possuem um elevado valor. Muitas vezes os próprios materiais têm uma componente energética, que os torna ainda mais valiosos do que a sua matéria-prima original. O projeto e capacidade de recondicionamento certos, permitem que estes materiais possam ser tratados de forma a formarem novos produtos.<sup>279</sup> O grupo BMW, em parceria com o grupo ALBA<sup>280</sup> criaram uma plataforma logística e de consultoria no ramo da reutilização, remanufatura e revenda de partes automóveis usadas. A parceria abrange também a desmontagem de automóveis, reciclagem, de componentes automóveis tal como o descarte dos resíduos materiais.

A partir dos concessionários oficiais da BMW são recolhidos diferentes componentes usados (avariados ou com desgaste) que são direcionados para os locais indicados onde são analisados e tratados conforme o estado da peça (componentes substituídos ou

---

<sup>277</sup> LACY, Peter (24 de Abril 2013). **5 Business Models That Are Driving The Circular Economy**. Fast Company [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.fastcompany.com/1681904/5-business-models-that-are-driving-the-circular-economy>

<sup>278</sup> Ibid. Ibidem.

<sup>279</sup> COTEC Portugal – **Economia Circular** [Em linha] Porto: COTEC Portugal, 22 de Novembro 2016 [Consult. em Dezembro de 2017] Economia Circular Preservar, otimizar e assegurar recursos essenciais para o nosso futur. Disponível em: [http://www.cotecportugal.pt/imagem/20161122\\_EC\\_Booklet\\_Exposi%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://www.cotecportugal.pt/imagem/20161122_EC_Booklet_Exposi%C3%A7%C3%A3o.pdf)

<sup>280</sup> O grupo ALBA é uma empresa de reciclagem de sucata alemã. Em 2016 o grupo ALBA fundiu-se com o grupo BMW formando a Encory empresa focada em reciclar, processar e revender peças usadas de automóveis, bem como revender peças de carros usados. RTGE - **European Commission approves BMW, ALBA joint venture**. [Em linha] Recycling Today Global, 6 de Setembro 2016 [Consult. em Agosto 2018] Disponível em: <http://www.recyclingtodayglobal.com/article/alba-bmw-encory-jv/>

desmontagem e consequente reciclagem das peças). Este processo permite que componentes automóveis possam ser reutilizados no arranjo dos automóveis da marca, a preços inferiores (comparando com os mesmo elementos novos) e mantém uma relação próxima com os clientes da marca. Os componentes que não podem ser reutilizados são tratados de forma correta e sustentável (reciclagem de metais e plásticos por exemplo).

O objetivo desta parceria é desafiar as abordagens existentes em relação à gestão de partes automóveis e ao desenvolvimento de novas soluções direcionadas para o consumidor.<sup>281</sup>

Os benefícios ambientais, em comparação com a utilização de partes novas, permite uma poupança somada entre todos os componentes remanufacturados é de cerca de 85% das matérias-primas e menos 55% de consumo energético. Para além das vantagens ambientais a marca consegue oferecer aos seus clientes peças de substituição a preços mais favoráveis mantendo a mesma qualidade e normas de garantia iguais às dadas às peças novas.<sup>282</sup>

**Inovação em reciclagem:** A inovação em tecnologia de reciclagem está a evoluir e a permitir a produção de produtos de alta qualidade e sustentáveis.<sup>283</sup> A empresa Starbucks tem vindo a desenvolver um trabalho nesta área, no sentido de transformar os restos de comida e as borras de café para fazer ácido sucínico, um produto amplamente utilizado no fabrico de detergentes, medicamentos e bioplásticos.<sup>284</sup>

---

<sup>281</sup> ENCORY – **Who is encory?** [Em linha] Unterschleissheim: Encory GmbH [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://encory.com/?lang=en>

<sup>282</sup> Ibid. Ibidem.

<sup>283</sup> COTEC Portugal. Op. cit.

<sup>284</sup> LACY, Peter (24 de Abril 2013). Op. cit.

## 5.2 Os bioplásticos na Economia Circular

Os bioplásticos estão a moldar a economia à medida que a sua aplicação e viabilidade aumenta. Atualmente os plásticos de matérias-primas fósseis seguem um modelo económico linear, danificando severamente o meio ambiente e contribuindo para quantidades alarmantes de resíduos.

Numa Economia Circular é dada ênfase às fontes sustentáveis de matéria-prima enquanto reduz as quantidades de resíduos de plástico.

Os bioplásticos vão ser um componente importante na Nova Economia dos plásticos, e para que estes prosperem sem os resíduos perigosos e as externalidades negativas que geram é necessário transitar do modelo linear para uma economia circular.

Não existe apenas uma solução para incorporar os plásticos na economia circular, mas sim várias possibilidades. O uso de bioplásticos permite a redução dos resíduos em aterros, utilizar matérias-primas renováveis e limitar o uso de recursos finitos para fazer produtos que têm desempenhos semelhantes, e por vezes melhores, que os plásticos tradicionais.

O papel dos bioplásticos na economia circular é:

- Reduzir a pegada de carbono e optar por fontes renováveis (preservar e aumentar o capital natural);
- Utilizar materiais compostáveis que permitam devolver nutrientes ao solo, reduzir quantidade de combustíveis fósseis utilizados, plásticos de origem fóssil reciclados reduzindo a quantidade de resíduos em aterros (otimizar o rendimento dos recursos);

O aumento do uso destes materiais vai trazer resultados positivos para o meio ambiente e instâncias económicas, com impactos funcionais muito positivos.<sup>285</sup> Para aumentar a eficiência dos sistemas de resíduos e a qualidade dos produtos finais destes

---

<sup>285</sup> IRLELAND, Kevin – **Bioplastics role in the new plastic economy**. Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 4 (2017), p. 40.

processos é necessário que a separação seja feita corretamente e só pode acontecer encorajando a mesma.

A reciclagem orgânica (compostagem industrial e digestão anaeróbia) são processos industriais bem estabelecidos, e asseguram a utilização circular dos plásticos biodegradáveis, ao mesmo tempo que criam um forte mercado de matérias-primas secundárias. Quando se discute a biodegradação dos plásticos no contexto da economia circular, o foco deve ser a reciclagem orgânica como um conceito com provas dadas e a funcionar em muitos países.

As normas harmonizadas e aceites, os esquemas de certificação e os selos aplicáveis aos produtos industriais compostáveis, são hoje uma realidade. Estes materiais e produtos, combinados com a informação correta para o público, principalmente sobre a forma como devem ser descartados, já provaram que ajudam a aumentar a quantidade de resíduos orgânicos para reciclagem orgânica. Desta forma também ajudam a desviar dos aterros produtos que podem ser revalorizados, reduzindo a quantidade de produtos biodegradáveis das linhas de reciclagem mecânica – onde estes são prejudiciais à qualidade final do produto reciclado.

Discutir a biodegradação dos plásticos do ponto de vista dos ‘perigos de perdas para o meio ambiente’<sup>286</sup> não é suficiente e não vai apoiar a implementação de melhores processos de gestão destes resíduos.<sup>287</sup>

Neste contexto os bioplásticos compostáveis podem desempenhar um papel crucial na forma de por este modelo circular em prática na Europa e no mundo.

Aumentar a escala das infraestruturas de compostagem industrial vai acelerar o processo de recuperação e regeneração destes materiais em produtos secundários utilizáveis. Os bioplásticos são um ingrediente chave para fazer passar a indústria dos plásticos do modelo linear, com grande desperdício, para um modelo circular com maior captura de valor.

---

<sup>286</sup> Ibid. Ibidem.

<sup>287</sup> POGRELL, Hasso von – **Biodegradable plastics in the circular economy in Europe**. Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 5 (2017), p. 38 e 39 .

### 5.2.1 Aplicações

Os bioplástico compostáveis podem ajudar a devolver nutrientes ao solo, principalmente quando aplicados em embalagens ou outros produtos que estão em contacto com resíduos orgânicos. Assim estes podem ser facilitadores importantes na restituição de nutrientes ao solo. Em si contém poucos nutrientes, mas nestes casos o seu conteúdo é rico em nutrientes (remanescente de produtos alimentares).

Em certas aplicações os resíduos de comida podem ser difíceis de separar das embalagens, por defeito isto acontece no caso de cápsulas de café, saquetas de chá e saquetas de molhos. Outro género de aplicações são propensas a ter um grande rácio de resíduos-embalagem após o seu uso – caixas de comida *take-away*, embalagens, pratos e talheres descartáveis (eventos, restaurantes e cantinas).<sup>288</sup>

Atualmente este tipo de nutrientes biológicos são maioritariamente direcionados para aterros ou incinerados, juntamente com a embalagem. De acordo com a Organização para a Comida e Agricultura das Nações Unidas mais de um terço da produção mundial de comida é perdida ou descartada.<sup>289</sup> A maior parte desta comida não é devolvida aos solos sob a forma de nutrientes, o seu conteúdo energético ou é perdido nos aterros ou é aplicado na incineração, que como visto no capítulo ‘Opções de fim-de-vida’, os resíduos orgânicos tem pouco valor energético devido ao alto conteúdo de água.

No dia 14 de Março de 2017 o Parlamento Europeu votou em plenário a proposta para a legislação sobre resíduos no contexto do novo pacote da União Europeia para a Economia Circular. Neste voto foi reconhecida a importância dos bioplásticos para a economia circular da União Europeia. Este reconhecimento está ligado à Diretiva para as Embalagens e Resíduos de Embalagens e incentiva os estados membros a apoiar a utilização de materiais de origem biológica para a produção de embalagens e a melhorar as condições de mercado para estes materiais e produtos.<sup>290</sup>

---

<sup>288</sup> POGRELL, Hasso von Op. cit.

<sup>289</sup> FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations- **Cutting food waste to feed the world** [Em linha] Roma: FAO [Consult em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/en/item/74192/icode/>.

<sup>290</sup> THIELEN, Michael – **European Parliament recognises the contributions of bioplastics to a circular economy**. Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 2 (2017), p. 6.

Ao nível global existe uma baixa revalorização do conteúdo deste tipo de resíduos<sup>291</sup>:

- EUA: em termos de peso o maior componente dos resíduos municipais sólidos em aterros é de origem alimentar.
- Europa: em média cada cidadão gera 76kg de resíduos alimentares em ambiente doméstico, 34kg fora de casa (restaurantes, cantinas, etc) mais de 70 kg na fase de produção.

Se uma fração destes resíduos alimentares fosse devolvido aos solos a partir da utilização de embalagens compostáveis faria uma grande diferença. No entanto nem todas as embalagens devem ou podem ser feitas em bioplástico biodegradáveis.<sup>292</sup>

As aplicações mais promissoras de bioplásticos compostáveis na área das embalagens devem preencher dois critérios<sup>293</sup>:

- Ter fortes probabilidades de a embalagem ser misturada com resíduos orgânicos, como restos de comida. Para aplicações de embalagens alimentares, o facto de a embalagem ser compostável ajuda a que a componente nutritiva presente nos alimentos e na embalagem seja redirecionada para os solos sob a forma de composto.<sup>294</sup>
- A embalagem segue para um fluxo controlado de materiais, e não vai interferir com o curso dos plásticos para reciclagem. Este dado é importante porque os materiais compostáveis interferem com a reciclagem dos plásticos, reduzindo a qualidade do produto reciclado<sup>295</sup>.

---

<sup>291</sup> World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company- **The New Plastics Economy — Rethinking the future of plastics** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, 2016 [Consult. em Março 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Pp. 70-75

<sup>292</sup> THIELEN, Michael Op. cit.

<sup>293</sup> Pro Europe - **Fact Sheet on bioplastics** [Em linha] Bruxelas, 2009 [Consult. em Dezembro 2016] Disponível em: <http://www.pro-e.org/Fact-sheet-on-bioplastics.html>

<sup>294</sup> World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company. Op. cit. p.71

<sup>295</sup> POGRELL, Hasso von – **Biodegradable plastics in the circular economy in Europe**. Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 5 (2017), p. 38 e 39 .

Existem vários tipos de aplicações que preenchem os dois critérios<sup>296</sup>:

- Sacos para frutas e vegetais, sacos de compras leves e para separação de lixo orgânico:

Os sacos compostáveis para estas utilizações facilitam a separação de resíduos orgânicos pelos utilizadores em ambiente doméstico. Primeiramente podem servir para transportar os bens das lojas até casa. São limpos, higiénicos e convenientes para fazer a separação dos resíduos para compostagem. Permitem recolher mais resíduos provenientes da preparação de comida (cascas de fruta, vegetais etc.) e do jardim, ao mesmo tempo que reduzem a presença de plásticos não compostáveis nos fluxos de resíduos orgânicos para reciclagem orgânica. Várias iniciativas provaram que a quantidade de resíduos alimentares separados e a qualidade do composto aumenta significativamente com a separação dos mesmos para sacos compostáveis, como verificado no capítulo ‘Estudo de Casos’ referente à primeira parte da dissertação no capítulo ‘Bioplásticos compostáveis’.



Fig. 29 - Saco compostável para separação de resíduos orgânicos domésticos

Fonte: <https://www.basf.com/no/en/company/news-and-media/science-around-us/tear-resistant-waste-bags-for-compost.html>

---

<sup>296</sup> POGRELL, Hasso von – Op. cit.



### - Etiquetas autocolantes para frutas

A utilização de etiquetas autocolantes nas frutas é uma prática comum, normalmente estas são feitas de plásticos comuns não biodegradáveis e representam grandes quantidades de contaminantes nos resíduos finais para compostagem. Raramente os consumidores retiram estas etiquetas antes de separarem as cascas para os respetivos caixotes. As etiquetas compostáveis podem permanecer coladas às cascas sem representarem problemas no composto final.



Fig. 30 - Etiquetas autocolantes compostáveis para fruta

Todos os elementos das etiquetas estão de acordo com a Norma Europeia EN13432. As tintas aplicadas também devem ser biodegradáveis em ambiente de compostagem industrial, tal como os restantes materiais que constituem a etiqueta.

Fonte:  
<http://biotak.com/applications/compostable-labels/>

### - Cápsulas de café e saquetas de chá

Depois destes objetos serem utilizados, o seu conteúdo orgânico (resíduos de café ou chá) é difícil de separar das embalagens, levando a confusões entre os consumidores sobre a forma apropriada de as descartar, e a grandes dificuldades na sua reciclagem. Quando feitos de bioplástico compostáveis oferecem a mesma performance que os seus pares não-compostáveis e permitem a reciclagem orgânica juntamente com o seu conteúdo. Estes produtos são muito desejados nas infraestruturas de compostagem industrial porque estimulam a atividade microbiana dos processos de compostagem.



Fig. 31 – Cápsulas de café compostáveis.

As cápsulas de café desenvolvidas pela marca de cafés Lavazza em parceria com a produtora de bioplásticos Novamont resultou de um investimento de 5 anos de desenvolvimento para aplicar os princípios da Economia Circular neste segmento de mercado.

Fonte: Apresentação de Alberto Castellanza, Novamont – Mater-Bi: **New Developments in Packaging Applications**. Bioplastics Buisness Breakfast, Dusseldorf, Alemanha 20 de Outubro 2016.

#### - Filme plástico para embalagens de frutas e legumes.

A comida embalada com plásticos comuns, não-biodegradáveis, quando deixa de poder ser consumida é deitada fora juntamente com a embalagem. Para que ambas possam ser recicladas seria necessário separar, algo que não acontece, por exemplo, nos supermercados onde existe a possibilidade de grandes quantidades de comida serem colocadas no lixo pelo motivo apresentado anteriormente. Nestes casos as embalagens de plástico representam um contaminante nos fluxos de reciclagem orgânica, e o conteúdo orgânico das embalagens não é valorizado quando descartado para o lixo indiferenciado e é um contaminante para o fluxo de reciclagem dos plásticos. As embalagens de plástico compostáveis podem ajudar a resolver este problema porque podem ser recicladas juntamente com o seu conteúdo. Recomenda-se esta aplicação nos casos de produtos altamente contaminados por matéria orgânica, e embalados com filme plástico com espessura inferior a 100 microns, tais como embalagens de frutas e legumes.

- Artigos para *catering* que sejam utilizados em sistemas fechados como eventos, restaurantes de *fast-food* e cantinas<sup>297</sup>;

Nestes casos as vantagens são as mesmas que nos casos anteriores, ou seja, são produtos que têm um alto rácio de embalagem-comida, que são difíceis de reciclar no caso de não serem compostáveis. São também objetos descartáveis e que geram grandes quantidades de resíduos. A possibilidade de os separar para compostagem apresenta grandes vantagens para a revalorização quer da embalagem, que do seu conteúdo orgânico. O fator principal para uma recolha bem-sucedida é que os envolvidos ao longo da cadeia de valor estejam alinhados pela mesma visão e compreendam o papel que desempenham no projeto, incluindo os cidadãos, que devem definitivamente estar informados sobre a separação de restos de comida e as suas embalagens. Este alinhamento pode ser garantido entre outras coisas por incentivos financeiros para auxiliar a cooperação, (p. ex. com base em objetivos de recolha entre as empresas de compostagem e os organizadores de eventos).<sup>298</sup> Várias iniciativas do género foram levadas a cabo nos jogos Olímpicos de Londres (2012), eventos em estádios nos Estados Unidos, e como referido no capítulo ‘Benefícios e Desafios’ no festival de música ZON *Primavera Sound* 2017. Estes esforços provaram a viabilidade destas abordagens integrado utilizadores e ciclos de recolha controlados e coordenados com as entidades respetivas, reduzindo o impacto ambiental destes produtos descartáveis.



Fig. 32 - Parte do portfólio da BASF de resinas aplicáveis em artigos compostáveis para utilização em catering

Fonte: Apresentação de Sven Wenigmann, BASF SE, **Compostable packaging applications based on ecovio**. Bioplastics Business Breakfast, Dusseldorf, Alemanha 20 de Outubro 2016.

<sup>297</sup> World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company. Op. cit. p.71

<sup>298</sup> Ibid. Ibidem P.70

### 5.3 Design na Economia Circular

Um dos pontos-chave de uma economia circular é a possibilidade de ser restauradora e regenerativa através do projeto. A recuperação de materiais e produtos não é só adereçada aos consumidores finais, mas é projetada na fase de conceção (p. ex. pela escolha dos matérias, objetos desenhados a pensar na desmontagem e remanufatura).

As empresas vão precisar de criar competências nucleares em Design para a Economia Circular para que os seus produtos possam ser reutilizados, reciclados ou colocados em processos de cascata. Os produtos e processos desenvolvidos no contexto da circularidade requerem capacidades, informações e métodos de trabalho que ainda não estão totalmente desenvolvidos e disponíveis. A ciência de materiais e de seleção dos mesmos vai desempenhar um papel crucial no design de produtos. Os fabricantes devem especificar o propósito e performance pretendida para os produtos finais, mais do que os materiais a aplicar. É recomendado que estes favoreçam a entrada de materiais puros nos seus processos de produção visto que estes são mais fáceis de separar durante os processos de triagem relacionados com o fim-de-vida do produto. Para além da seleção de materiais existem outras áreas importantes para o desenvolvimento de um produto bem-sucedido dentro dos trâmites da economia circular:

- Uso de componentes standardizados;
- Produtos desenhados para durarem;
- Projeto para uma fácil triagem no fim-de-vida, separação, reutilização de produtos e materiais;
- Os critérios de fabrico devem ter em conta as possíveis aplicações de subprodutos e resíduos.

Para eliminar o conceito de lixo é necessário desenhar os produtos, embalagens e serviços sob o conceito de que os resíduos ou lixo não deve ser produzido. Segundo McDonough e Braungart significa que o conceito “a forma segue a função” já não é suficiente, a “forma segue a evolução” deve ser o novo conceito vigente.<sup>299</sup>

---

<sup>299</sup> MCDONOUGH, William, BRAUNGART, Michael – **Cradle to Cradle: Remaking the way we make things**. 1a Ed.. Nova York: North Point Pres, 2002. P.104

Projetar para a economia circular, envolve repensar o sistema tradicional, caracterizado por ser linear – “receber-fazer-descartar”<sup>300</sup>, e substituí-lo por um modelo circular e restaurador. A visão do design em relação aos sistemas deve ser mais flexível. Por exemplo deve passar a ter em conta os ecossistemas de todas as partes envolvidas no produto, mantendo a preocupação com o produto final. Olhar para os objetos e sistemas a projetar não como produtos finais mas antes como elementos que vão estar continuamente a evoluir, ou seja numa adaptação contínua – e pensar em projeto de forma a expandir as oportunidades de todos, aplicando por exemplo materiais reutilizáveis.<sup>301</sup>

Segundo Ruud Balkenendeo<sup>302</sup>, de acordo com a sua experiência, quando começou a desenvolver objetos com atenção à possibilidade de estes serem reciclados, encontrou conflitos entre as exigências inerentes à área da conceção de produto e da reciclagem.

“O fabricante de produtos eletrónicos pretende que os seus produtos sejam o mais resistente possível mas o reciclador pretende que tudo seja fácil de separar”<sup>303</sup>

A informação sobre os sistemas em que o produto se vai inserir é essencial, pois se se está a projetar com vista à reciclagem, é importante conhecer exatamente o que o reciclador faz.<sup>304</sup> Este ponto também foi levantado quando se analisava a aplicação de bioplásticos compostáveis, ou seja é necessário compreender se o contexto a que se destinam tem os enquadramentos certos para o seu correto fim de vida.

O design para a Economia Circular é no entanto muito mais do que projetar estratégias para uma reciclagem bem-sucedida. Numa Economia Circular é preciso manter em circulação os componentes e os materiais no máximo de qualidade durante o máximo de tempo possível. É preciso minimizar o impacto ambiental e reter o máximo valor económico enquanto for possível, assim segundo Ruud é melhor reutilizar um produto, mesmo que este tenha que ser readaptado ou melhorado, e quando isso já não

---

<sup>300</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Circular design guide** [Em linha] [s.n] [s.d] [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/>

<sup>301</sup> Ibid. Ibidem

<sup>302</sup> Ruud Balkenendeo é doutorado em química dos materiais, trabalhou como investigador na Phillips e desde 2009 tem feito investigação sobre a escassez de materiais e reciclagem. Desde 2015 é professor na Universidade de Tecnologia de Delft, Holanda.

<sup>303</sup> DIEMEL, Agaath – **Design for a circular economy** [Em linha] Delft: Faculty of Industrial Design Engineering TU Delft. [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/ide/research/discover-design/design-for-a-circular-economy/>

<sup>304</sup> Ibid. Ibidem

for possível deveria ser possível dar-lhe outra vida útil. O processo de design deve ter em conta as atividades relacionadas com o fim-de-vida do produto, e por isso devem ser criados mecanismos de retorno de informação entre a equipa de design e as entidades que operam essas atividades.<sup>305</sup>

A Fundação Ellen MacArthur e os seus parceiros evidenciam que a circularidade já começou dentro de muitas empresas e iniciativas, para além de provas de conceito para negócios e apoios de entidades reguladoras e políticas. Produtos inovadores e contratos desenhados para a economia circular estão disponíveis numa grande variedade de formatos – de produtos a materiais (p.ex. produtos desenhados para a desmontagem a embalagens alimentares biodegradáveis), até contratos de “paga-o-que-usa”<sup>306</sup> como no caso dos motores da Rolls Royce e dos sistemas de iluminação da Philipps. O que estes exemplos têm em comum é a possibilidade de um novo modelo económico focado na otimização do sistema total em vez de ser direcionado para um único componente. Mais à frente no capítulo ‘Design de produtos descartáveis e embalagens de plástico’ serão explorados outros exemplos na área das embalagens e dos plásticos compostáveis, que são o tema central desta dissertação. Será também explorado um exemplo de abordagem do design para a circularidade.

O Design Circular explora as possibilidades da seleção de materiais e do desenvolvimento de produto nas áreas da modularização de componentes, fluxos de materiais mais puros e o projeto para a desmontagem estão no centro da Economia Circular. Ou seja não existe economia Circular sem Design Circular.

A IDEO em parceria com a Fundação Ellen MacArthur desenvolveu um guia para responder à crescente procura por parte de líderes da indústria em relação à economia circular. Os próprios intitulam este guia como uma abordagem alternativa aos negócios, que permita projetar segundo os pressupostos da economia circular. Este modelo pressupõe também a criação de valor no longo prazo, a prosperidade ecológica e social.<sup>307</sup>

---

<sup>305</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Publications** [Em linha]. [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, 02 de Dezembro 2015. [Consult. em Outubro 2017] Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-a-circular-economy-business-> p.16

<sup>306</sup> Ibid. Ibidem

<sup>307</sup> IDEO – **Designing a Circular Economy** [Em linha] IDEO [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.ideo.com/post/designing-a-circular-economy>

A proposta radical da economia circular é a transição de uma economia de “extrair-fazer-descartar”, a perspetiva tradicional, para um modelo circular onde materiais, nutrientes são continuamente reutilizados.<sup>308</sup>

O projeto em design visa sempre os utilizadores, o projeto com vista à economia circular também o faz, mas aborda também os agentes envolvidos em todas as fases de vida do produto e os sistemas de que este vai fazer parte.

Os métodos tradicionais de fabrico geram desperdício porque o foco é exclusivamente o utilizador final, se for a circularidade é possível considerar questões mais abrangentes, considerando quem faz a extração dos materiais, constrói, utiliza e como os objetos são descartados. Alargar o foco para além do utilizador final considerando o quadro geral da rede de agentes, permite descobrir valor em todas as fases do processo.

Segundo a IDEO, é preciso que os designers criem sistemas de informação retroativa nos seus métodos de trabalho, nomeadamente conhecer o ciclo de vida dos materiais que vão ser aplicados, colaborar com os agentes intervenientes de outras indústrias e considerar as consequências imprevistas do ciclo de vida do produto e suas partes.<sup>309</sup>

Esta mudança de perspetiva envolve quatro áreas principais<sup>310</sup>:

1 - Alargar a visão para além do utilizador - Desenvolver projeto para a economia circular envolve investigar e compreender as necessidades de todos os utilizadores e utilizados envolvidos nos sistemas de materiais.

2 – Recriar a Viabilidade - Desenvolver projeto para a economia circular inclui desenvolver materiais reutilizáveis. Isto permite que os projetos criados com esses materiais possam ser reciclados para fabricar os mesmos produtos ou para serem aproveitados por outras indústrias.

3 - Desenhar para a evolução - Segundo a IDEO em design é costume pensar-se em produtos “finais”. No contexto da economia circular os produtos devem ser

---

<sup>308</sup> Ibid. Ibidem

<sup>309</sup> Ibid. – **Mindsets** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foudation, IDEO. [Consult. em Dezembro 2017] Mindsets. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/mindset>

<sup>310</sup> Ibid. Ibidem

projetados da mesma forma que se projeta “software” - os produtos e serviços podem estar constantemente a evoluir com base nos dados adquiridos através da informação recolhida (*feedback*).

4- Construir narrativas fortes - No contexto da economia circular os designers têm um papel importante na mudança de mentalidades em torno da sua atividade. É possível alargar a esfera de influência do design com o desenvolvimento de histórias convincentes e provas-de-conceito.<sup>311</sup>

### 5.3.1 O método criado pela IDEO e Fundação Ellen MacArthur

O método proposto divide-se em quatro grandes fases<sup>312</sup>:

- Compreender;
- Definir;
- Fazer;
- Libertar;

Cada fase inclui diversos métodos que ajudam a repartir em diversas fases a investigação de sistemas complexos e com múltiplos agentes. Esta metodologia foi desenvolvida para ser aplicada por profissionais de todas as áreas incluindo designers e público em geral. Foi desenvolvido para ser de fácil compreensão, consulta gratuita e é acompanhado por vídeos ao longo das várias etapas. Estes guias estão no sítio na internet do projeto.<sup>313</sup>

As quatro fases estão ligadas e devem ser abordadas uma de cada vez, em ciclos de interação. Quando terminada a análise de um tipo de categoria o designer ou equipa

---

<sup>311</sup> Ibid. Ibidem

<sup>312</sup> Os termos são de tradução livre pelo autor da dissertação. Os termos originais, pela mesma ordem são: *Understand, Define, Make, Release*. Ibid. – **Methods** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foudation, IDEO. [Consult. em Dezembro 2017] Methods. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/mindset>

<sup>313</sup> Ibid. Ibidem



devem partir para a próxima, e assim sucessivamente, repetindo o ciclo quando necessário. As fases são descritas a baixo:

- Compreender: os métodos apresentados nesta fase pretendem ajudar a enquadrar informação de soluções e de possibilidades direcionadas para a economia circular que permitam a transição de um pensamento linear para um pensamento circular. Como ponto de partida da Economia Circular os produtos não têm um início, meio e fim de vida, antes circulam por várias fases. Isto permite produzir menos lixo e adicionar valor ao seu ecossistema. Quando os materiais deixam de ser utilizados, estes voltam a ser integrados no seu ecossistema onde vão adicionar valor ao mesmo, ou seja voltam a ser úteis num novo ciclo.

Nesta fase são sugeridos 6 métodos de análise que procuram ajudar a desconstruir por temas as possibilidades de transformação de um produto ou um serviço. Os métodos são: ‘Compreender os fluxos circulares’, ‘Pensamento regenerativo’, ‘Tornar um serviço’, ‘De dentro para fora’, ‘Inspiração: sistemas digitais’ e ‘Aprender com a natureza’.<sup>314</sup>

- Definir - No desenvolvimento de projeto existe a necessidade de articular os desafios que este se propõe a responder, e os objetivos a atingir. As ferramentas desta fase servem para encontrar oportunidades que possam decorrer da circularidade, quer seja um projeto a começar do zero ou visitar uma solução já criada.<sup>315</sup>

Está inerente à circularidade a sistematização, por isso é crucial ter bem definido a problemática a resolver e planear a forma de se chegar às possíveis soluções. É também muito provável que seja um trabalho interdisciplinar com uma base de suporte bastante alargada. Nesta fase é dada importância à construção de equipa, planeamento dos passos a dar no projeto e a definição da função dos integrantes da equipa. Estes pontos são bastante relevantes porque é necessário ter o problema e as expectativas bem definidas.<sup>316</sup>

---

<sup>314</sup> Ibid. – **Methods** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, IDEO. [Consult. em Dezembro 2017] Understand. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/methods/understand>.

<sup>315</sup> Ibid. – **Methods** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, IDEO. [Consult. em Dezembro 2017] Define. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/methods/define>

<sup>316</sup> Ibid. Ibidem

Os métodos propostos nesta fase são: ‘Definir o desafio’, ‘Oportunidades circulares’, ‘Construção de equipa’ e ‘Adquirir de forma circular’, ‘Modelos circulares de negócio’ e ‘Criar o propósito da marca’.<sup>317</sup>

- Fazer - Os protótipos são essenciais para que um projeto seja tangível. Estes servem também para a equipa de projeto compreender que soluções funcionam melhor, seja no desenvolvimento de qualquer produto ou serviço.<sup>318</sup>

No contexto da economia circular o foco não é só o consumidor final, são também os envolvidos ao longo do sistema do produto - fabricantes, retalhistas e quem vai reutilizar os materiais ou componentes. É necessário compreender o que é importante para os envolvidos e as suas necessidades.<sup>319</sup>

Nesta fase o trabalho passa pela geração de ideias, criação e seleção de conceitos, prototipagem e escolha de materiais. As ferramentas são ‘Pesquisa centrada no utilizador’, ‘Debate de ideias circulares’, ‘Mecanismos de Feedback’, ‘Escolhas de materiais Inteligentes’, ‘Seleção de conceitos’, ‘Prototipagem’.<sup>320</sup>

- Libertar - Ao lançar novos conceitos para o mercado segundo a visão da economia circular, deve haver uma recolha contínua de informação sobre o produto, serviço ou modelo de negócio.<sup>321</sup>

Esta visão sobre os projetos está direcionada para um constante melhoramento dos mesmos. Para melhorar os mecanismos de *feedback* é importante explorar novas parcerias e criar mudança dentro das organizações pré-existentes.<sup>322</sup>

Esta fase destina-se a definir as novas parcerias e a trazer mudança dentro das organizações, com o auxílio das seguintes ferramentas: ‘Mapeamento do percurso do

---

<sup>317</sup> Ibid. Ibidem

<sup>318</sup> Ibid. – **Methods** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, IDEO. [Consult. em Dezembro 2017] Make. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/methods/make>

<sup>319</sup> Ibid. Ibidem

<sup>320</sup> Ibid. Ibidem.

<sup>321</sup> Ibid. – **Methods** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, IDEO. [Consult. em Dezembro 2017] Release. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/methods/Release>

<sup>322</sup> Ibid.

produto’, ‘Lançar para aprender’, ‘Imaginar novas parcerias’, ‘Criar uma narrativa própria’, ‘Alinhar a organização’, ‘Ciclos de aprendizagem contínua’.<sup>323</sup>

Qualquer trabalho de projeto deve ser organizado por fases, e com o auxílio de ferramentas guias é mais fácil definir um percurso e os objetivos a atingir. A abordagem de problemas complexos como os tratados nesta dissertação, a aplicação de bioplásticos compostáveis, está relacionada com uma diversidade de áreas do conhecimento diversas e envolve vários especialistas, profissionais e empresas. Mais à frente no capítulo *Design de embalagens e produtos descartáveis de plástico* vão ser tratados os métodos selecionados pela IDEO para abordar o tema das embalagens e produtos de plástico descartável, que como verificado nos primeiros capítulos da presente dissertação, são as aplicações onde os bioplásticos compostáveis permitem capturar mais valor e onde têm maior expressão.

Neste sentido é útil ao design poder apoiar-se numa metodologia para definir objetivos e traçar um percurso. É também crucial conseguir comunicar a problemática e as soluções pensadas a possíveis parceiros das diferentes áreas envolvidas.

### 5.3.2 Estudo de Caso

#### *Agency of Design* - Estratégias adotadas no desenvolvimento de torradeiras

O panorama atual de energia barata e de recursos infinitos é insustentável, e o desejo de reduzir os custos materiais tem levado muitas indústrias, a focarem-se na otimização da aplicação de materiais sem comprometer a função. No entanto esta estratégia que só se foca na questão do preço e disponibilidade de materiais não é suficiente.<sup>324</sup> A *Agency of Design* - um estúdio de design londrino - examinou a implicação do design circular para produtos eletrónicos. O resultado da sua análise foi a criação de três produtos (três torradeiras). As três propostas tem funções semelhantes mas

---

<sup>323</sup> Ibid. – **Release** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, IDEO. [Consult. em Dezembro 2017] Product Journey Mapping. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/post/product-lifecycle-mapping>

<sup>324</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Case Studies** [Em linha] [s.n.] Ellen MacArthur Foundation, [s.d.] [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/designing-for-a-circular-economy-has-more-than-one-solution>

diferentes atributos, que resultaram da análise de três formas distintas de reutilizar e reciclar os objetos. O projeto demonstra que não existe uma única solução que sirva todos os propósitos de um projeto para a economia circular.<sup>325</sup>

Depois da visita a uma instalação de reciclagem de produtos eletrónicos, no Reino Unido, os representantes da *Agency of Design* (AoD) perceberam que a maior parte das pessoas depreendiam que se um equipamento elétrico tinha dimensões menores que o caixote do lixo doméstico, então era lá que o descartavam. Esta forma linear de lidar com os eletrodomésticos (em que há enormes perdas de materiais e partes funcionais) preocupou a equipa da AoD e levou-os a investigar a forma como alguns produtos domésticos (computadores portáteis, chaleiras e torradeiras) eram construídos. Esta fase de investigação revelou diversos processos de montagem complexos, com vários materiais e muitas vezes unidos de formas que torna impossível a sua separação (p. ex. processos de co-moldagem).<sup>326</sup>

Esta forma de projetar objetos também implicava que o descarte, separação e reciclagem fosse condicionado. Nesta visita compreenderam que apesar de os produtos serem compostos por diversos materiais (plásticos, metais etc), apenas uma pequena parte destes era revalorizado.<sup>327</sup>

Enquanto o aço e o alumínio podiam ser separados com facilidade, os plásticos eram muito misturados, impossibilitando uma revalorização apropriada. Os materiais mais valiosos encontravam-se nas placas de circuito, que eram inicialmente separadas dos restantes materiais e depois fundidas para recuperar os metais preciosos contidos nas mesmas, mas só uma pequena percentagem do material conseguia ser recuperada, com o restante a ser canalizado para aterros.<sup>328</sup>

O projeto foi direcionado para o fim-de-vida dos objetos, para desenharem formas alternativas de aproveitarem ao máximo os materiais que os compõe. Uma das conclusões do projeto foi que não existe uma solução para todos os problemas, e como forma de o

---

<sup>325</sup> Ibid. Ibidem

<sup>326</sup> Agency of Design – **Design out of waste** [Em linha] Londres: The Agency of Design [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>

<sup>327</sup> Ibid. Ibidem

<sup>328</sup> Ibid. Ibidem

demonstrarem desenvolveram três torradeiras com base em três abordagens ao problema do ciclo de vida do objeto, com vista a uma economia circular.<sup>329; 330</sup>

Escolheram desenhar torradeiras porque são eletrodomésticos de pequenas dimensões, muito comuns em todas as casas, e que quando se avariavam são normalmente depositado no lixo comum porque o seu tamanho permite que seja depositados nesses contentores, ao contrário por exemplo uma máquina de lavar a roupa. É este tipo de objetos que tem menor aproveitamento nos processos de reciclagem, sendo por vezes totalmente aterrado.<sup>331</sup>

Considerando tais objetos as alterações a fazer no seu projeto, de modo a possibilitar que os materiais fossem separados mantendo a qualidade, seriam simples. O ponto crucial estava em fazer o produto chegar do consumidor ao fabricante. O facto de redirecionarem as prioridades do projeto, evidenciou a falta de sentido do sistema de recolha de resíduos que os designers presenciaram nas visitas às instalações de reciclagem.<sup>332</sup>

“Foi nesta altura que percebemos que a solução de design estava em ligar o fabricante com os seus resíduos, para criar as motivações certas para redesenharem o seu produto. Em última análise isto significa desenhar o sistema antes de desenhar o produto.”<sup>333</sup>

As torradeiras que resultaram deste processo são *The Optimist*, *The Pragmatist* e *The Realist*, cada uma destinada a demonstrar uma diferente estratégia para criar um fluxo de materiais circular.<sup>334</sup>

### **Torradeira *Optimist***

Foi enfatizada a longevidade, a reparação e o valor dos materiais. Esta torradeira é desenhada para um longo ciclo de vida, e o material escolhido para o corpo, o alumínio, refletia esta escolha, pois é um material que tem grandes índices de reciclagem. O corpo

---

<sup>329</sup> Ibid. Ibidem

<sup>330</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Case Studies** [Em linha] [s.n.] Ellen MacArthur Foundation, [s.d.] [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/designing-for-a-circular-economy-has-more-than-one-solution>

<sup>331</sup> Agency of Design op. cit.

<sup>332</sup> Ellen MacArthur Foundation. Op. cit.

<sup>333</sup> Agency of Design. Op. cit.

<sup>334</sup> Ibid. Ibidem

foi desenhado para ser simples, com poucas peças móveis e de fácil acesso ao seu interior (mediante o desaperto de 4 parafusos na sua base), assim foi facilitada a manutenção. Foi desenvolvido um objeto robusto com vista a ultrapassar a obsolescência.

Em vez de um mecanismo de salto para retirar as tostas, foi aplicado um sistema de braços que rodam sobre um eixo de forma a manter o mínimo de partes móveis. Os elementos elétricos estão colocados em encaixes para facilitar a sua substituição. O alumínio foi o material escolhido porque tem altos índices de aceitação nos centros de reciclagem. Como parte do projeto inseriram uma componente mais didática e que celebra a idade do objeto, um contador de tostas, e visto que é um objeto feito para durar gerações é possível ter a informação do número de tostas feitas.



Fig. 33 - Agency of Design, *The Optimist*, (2016)

Fonte: <http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>



Fig. 34 - Agency of Design, *The Optimist*, (2016)

Pormenor de um dos quatro parafusos de acesso ao interior.

Fonte: <http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>

### **A torradeira *Pragmatist*:**

Esta torradeira foi desenvolvida com inspiração dos modelos produto-como-serviço, em que a torradeira é modular e cada um funciona individualmente como torradeira. É também possível encomendar um ou mais módulos para serem acrescentados aos existentes.<sup>335</sup> Cada módulo foi desenvolvido para caber numa caixa do correio (no modelo *standart* de caixa do correio do Reino Unido) para que a entrega do produto ao consumidor e a devolução ao fabricante possa ser mais cômoda .<sup>336</sup> Esta característica do projeto também evita a colocação destes no caixote do lixo doméstico.

Este modelo foi desenhado para ligar o fabricante com o consumidor, criando um constante fluxo de materiais. Segundo as investigações dos mesmos, a única forma de um fabricante conseguir material reciclado de alta qualidade, seria recolher os seus próprios produtos, no entanto não encontraram nenhuma forma fácil de o conseguir.<sup>337</sup>

---

<sup>335</sup> Idem.

<sup>336</sup> Ibid. Ibidem

<sup>337</sup> Idem.

Nas suas investigações para o projeto detetaram que as misturas de polímeros era um problema particular, mesmo os polímeros da mesma família iriam gerar um produto final de menor qualidade se misturados produtos de fabricantes de resinas diferentes. Isto quer dizer que um polímero reciclado normalmente teria mais uma ou duas vidas úteis, mas com propriedades muito inferiores à resina virgem, no entanto se um material for reciclado com uma resina exatamente igual é possível dar oito a nove vidas úteis a esse polímero. Para um fabricante isto é um facto que só é mesmo possível quando é o próprio que recolhe os seus produtos.<sup>338</sup>

Como forma de partilhar este dado, das possíveis nove vidas da torradeira *Pragmatist*, inseriram no corpo desta uma chapa metálica com os números de 1 a 9, por cada vida útil da torradeira é timbrada uma cruz na vida respetiva daquela torradeira, mostrando assim quantas vezes pode uma torradeira ser reciclada até precisar de novas partes.

Esta abordagem direcionada para a economia circular, e a manutenção dos materiais e partes em circulação no estado de melhor performance, direciona os pré-requisitos de design<sup>339</sup>:

- construção simples;
- partes reutilizáveis;
- materiais standardizados;

---

<sup>338</sup> Idem.

<sup>339</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Case Studies** [Em linha] [s.n.] Ellen MacArthur Foundation, [s.d.] [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/designing-for-a-circular-economy-has-more-than-one-solution>





Fig. 35 - *Agency of Design, The Pragmatist*, (2016) Fonte:  
<http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>



Fig. 36 - *Agency of Design, The Pragmatist*, (2016)

Nesta imagem é possível verificar o elemento de união dos módulos. É este elemento de união que permite que os módulos sejam cambiáveis.

Fonte: <http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>

### **A torradeira *Realist*:**

Neste projeto procuraram melhorar as torradeiras de baixo custo (4,99 libras estrelinas) já existentes, e que são frequentemente compradas como temporárias, quase descartáveis. Durante a pesquisa Gilbert ficou impressionado pela simplicidade de projeto de muitos objetos, mas apercebeu-se que a recuperação do material continuaria a ser demasiado cara para ser viável, devido aos custos de mão-de-obra inevitáveis na desmontagem dos mesmo.<sup>340</sup>

Um dado essencial para o projeto foi o facto de existirem métodos de identificação visual de elementos para a separação dos produtos e materiais para reciclagem. Identificaram assim uma componente que tinha de ser abordado o projeto da torradeira deveria prever a desmontagem de forma fácil e barata, permitindo a separação dos materiais sem os degradar. Se a desmontagem de um objeto for eficaz, os materiais contidos no mesmo tornam-se mais valiosos.

Para tornarem a desmontagem de um objeto barata, o grupo de designers desenvolveu um *pellet* de um material expansível que é colocado junto dos encaixes rápidos por pressão (*snap fit joint*), quando submetido a vácuo o *pellet* expande e força as peças a desmontarem-se. O processo de vácuo foi escolhido pelos designers por ser um equipamento relativamente barato e porque permite a desmontagem automática sem intervenção direta. Esta técnica está em processo de patente.

Desmontar um objeto de forma não-destrutiva permite que os materiais sejam recuperados de forma mais barata, continuando a permitir a identificação visual das partes que por sua vez permite uma separação mais eficiente. Segundo os designers este projeto não procura comprovar um novo modelo de negócio para torradeiras, mas a importância de desenvolver projeto assente no princípio da economia circular. Demonstra como o design pode adotar várias estratégias, que não passam apenas por utilizar menos recursos, mas que repensam completamente um produto e este passa a ser apresentado como um serviço.

---

<sup>340</sup> Agency of Design – **Design out of waste** [Em linha] Londres: The Agency of Design [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>



Fig. 37 - Agency of Design, *The Realist*, (2016)

Vista de corte parcial da torradeira *Realist* e os *pellets* expansíveis que compõem o sistema de desmontagem rápida. Nesta imagem é possível ver a vermelho os *pellets*, instalados por de baixo de um componente electrónico da torradeira. Do lado direito, em baixo estão outros *pellets*, a bege.

Fonte: <http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>



Fig. 38 - Desmontagem de chaleira elétrica

Estas imagens são retiradas de um vídeo publicado pela *Agency of Design* no seu sitio na internet, que demonstra o funcionamento da desmontagem de uma chaleira elétrica com a técnica acima referida. A chaleira encontra-se numa câmara de vácuo, e foi modificada de forma a acomodar elementos expansíveis junto dos encaixes das partes que compõem o objeto. À medida que o vácuo vai aumentando (imagem 1 a 4), os componentes instalados junto dos encaixes expandem, desmontando as peças.

Fonte: <http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>

Estes três objetos tornam visíveis a forma como os princípios da Economia Circular podem influenciar a abordagem a seguir no desenvolvimento de um produto. Em todos os exemplos é premente a manutenção dos objetos, partes e materiais no seu melhor estado em todas as fases<sup>341</sup>:

- A escolha de materiais – o produto mais durável foi feito em alumínio por se conservar de melhor forma que o plástico ao longo do tempo. Os modelos em plásticos pressupunham o trânsito dos objetos entre utilizador e produtor. No último caso entre utilizador e reciclador.
- As soluções de projeto – Estas variam consoante o modelo de negócio para o qual é desenhado o objeto. Se nos exemplos *Optimist* e *Pragmatist*, as torradeiras são posse do utilizador – e existe uma forte ênfase na durabilidade da *Optimist*, e na desmontagem da *Pragmatist*, ambas foram desenhadas com soluções para que sejam fáceis de desmontar e de concertar. No projeto da torradeira *Realist* o objeto é desenhado para ser modular e inclusive ter um tamanho tal que permita o trânsito entre utilizador e produtor, através do serviço de correios, para que seja substituído com facilidade e com pouco incómodo visto que o utilizador pode receber o módulo de substituição na sua caixa do correio.

O sucesso do projeto *Design out of Waste* levou a que o estúdio explorasse outras oportunidades de redesenhar outros objetos domésticos comuns como a chaleira e a lâmpada de LED's.<sup>342</sup>

---

<sup>341</sup> Agency of Design – **Design out of waste** [Em linha] Londres: The Agency of Design [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>

<sup>342</sup> Ibid. Ibidem

### 5.3.3 Design de embalagens e produtos descartáveis

No contexto atual apenas 14% das embalagens de plástico são recicladas. As embalagens representam a maior fonte de plásticos presentes em ambientes marinhos, se nada for feito é estimado que em 2050 os oceanos tenham mais plástico que peixe em termos de peso.<sup>343</sup>

Um terço dos plásticos que são perdidos para o meio ambiente são embalagens de plástico - os poluentes mais encontrados são tampas e películas para arrancamento, saquetas de molhos, preservativos, tampas de copos de café e palhinhas.<sup>344</sup> A possibilidade de redesenhar estes objetos sem a necessidade de separar estes elementos, repensar os produtos descartáveis para segundas utilizações ou até eliminar o conceito de descartável, são ambições da Economia Circular e do design<sup>345</sup>. Com base nos métodos referidos a IDEO e a Fundação Ellen MacArthur capítulo anterior propõe

O quadro abaixo sintetiza as fases, métodos e as ferramentas propostas pela IDEO para o projeto de embalagens e produtos descartáveis, com o objetivo de os redesenhar para reduzir o lixo produzido ou garantir que são facilmente recicláveis.

---

<sup>343</sup>World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, **The New Plastics Economy : Rethinking the future of plastics** [Em linha] 2016 [Consult. em Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. p. 76

<sup>344</sup> OPEN IDEO - **How might we get products to people without generating plastic waste?** [Em linha] [S.l.]: Open IDEO [Consult. em Dezembro 2016] Disponível em: <https://challenges.openideo.com/challenge/circular-design/brief>

<sup>345</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **A guide to get going** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/get-started>

Fase	Métodos	Folha de trabalho
Compreender	Compreender os Fluxos Circulares	<i>Circular flow</i>
	Mudança para Serviços	<i>Service flip</i>
Definir	Modelos Circulares de Negócio	<i>Buisness model canvas</i>
	Criar o propósito da marca	<i>Brand purpose</i>
Fazer	Pesquisa centrada no utilizador	<i>User-centered research</i>
	Mecanismos de <i>Feedback</i>	<i>Embed feedback</i>
	Escolhas de materiais	<i>Smart Material</i>
Libertar	Imaginar novas parcerias	Com base no <i>Buisness model canvas</i>

Tabela 3 - Resumo das fases, métodos e ferramentas de trabalho propostos pela IDEO.

Fonte: Produzida pelo autor da dissertação com base na informação recolhida.

### Compreender

Compreender os fluxos circulares - Este método tem por base a análise dos ciclos de vida dos objetos e materiais, como apresentado na figura a baixo. O lado esquerdo representa os ciclos biológicos e o lado direito os ciclos técnicos. Esta representação indica várias formas de circularidade, e com este método pretende-se que se faça o exercício de imaginar o que aconteceria se tudo fosse desenhado para ser restaurador e regenerativo.<sup>346</sup>

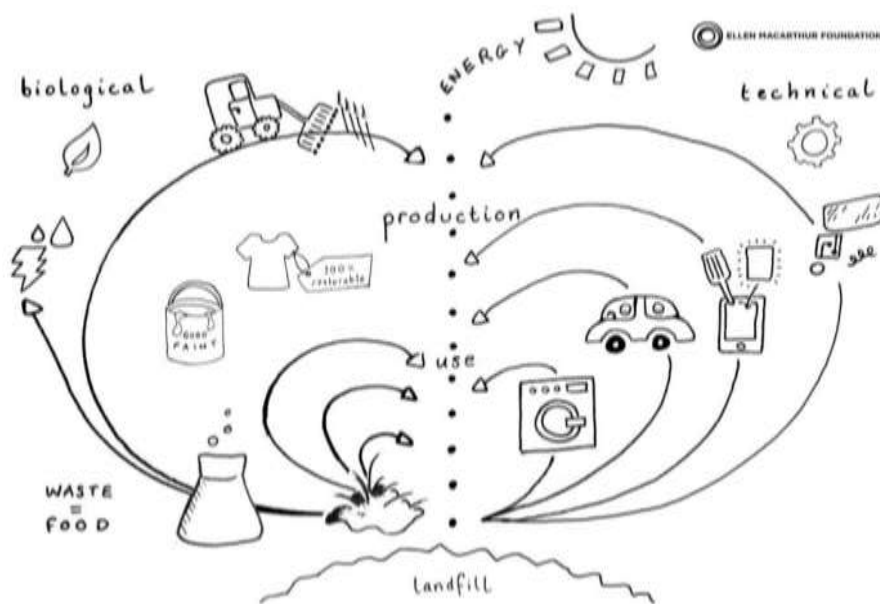


Fig. 39 - Fluxos Circulares, **IDEO e Fundação Ellen MacArthur**, 2016

Fonte: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Circular\\_Flows\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Circular_Flows_Final.pdf)

Em cada ciclo é necessário debater a forma como o produto ou serviço poderia estar incluído neste, e também descrever o que impede que isso aconteça. Dentro dos ciclos técnicos, o lado direito do gráfico anterior, é possível ver quatro formas de revalorizar um produto, conforme descrito na tabela seguinte. Os ciclos mais pequenos do gráfico correspondem às revalorizações que permitem conservar mais valor e energia – Reutilização, Restauro e Remanufatura. Para melhor responder aos objetivos da

<sup>346</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Methods** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] Understand. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/methods/understand>

economia circular o designer ou a equipa de projeto devem questionar qual é a melhor forma de manter o produto nos ciclos mais pequenos.<sup>347</sup>

Nos ciclos biológicos existem três tipos de revalorizações, para além da possibilidade de um produto poder ser reutilizado. Nestas aplicações um produto é revalorizado a partir de processos de extração de matérias-primas pré-existentes no mesmo, ou sucedâneas do processo de fabrico. Depois de utilizado o produto é reaproveitado por outros ciclos como descrito na tabela a baixo.

Tipo de Revalorização	Percurso	Descrição
Reutilização	Utilizador - Utilizador	Estender ao máximo a vida útil de um produto. Pode ser oferecendo um produto como serviço.
Restauro	Utilizador – Marca (a marca presta um serviço)	O produto é projetado para ser de fácil reparação ou atualização de forma a prolongar a utilização;
Remanufactura	Utilizador – Fabricante (volta ao processo de fabrico)	Depois de ser utilizado o produto volta ao fabricante. Este substitui quaisquer componentes danificados e assegura a garantia do produto quando este volta ao mercado.
Reciclagem	Utilizador –Reciclador	O produto é desenhado de forma a ser fabricado com materiais estandardizados para que sejam reciclados e retornem a ser materiais com qualidade.

Tabela 4 - Tipos de revalorização de resíduos.

Fonte: Produzido pelo autor da dissertação com base na informação recolhida.

<sup>347</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Understand** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] Understand Circular Flows. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/post/loops>



Processo	Descrição	Exemplo
Cascata	O produto é desenhado de forma a permitir que os seus componentes em biológicos possam ser reutilizados em processos de cascata – com aplicações subsequentes de valor reduzido. Significa que se pode extrair o máximo possível do valor e energia embutidos num produto antes de este poder ser reintegrado no solo como composto.	A roupa de fibras naturais (algodão, linho etc.) depois de utilizada e descartada pode ser aplicada para fazer enchimento de estofos, e depois de o móvel ser utilizado é possível reaproveitar os enchimentos dos estofos para fazer placas de isolamento para edifícios. No fim de vida útil, estes painéis podem ser recolhidos e compostados. Para que isto aconteça é essencial não existir substâncias perigosas como metais pesados ou tintas tóxicas.
Extração de matérias-primas	O produto é desenvolvido para permitir a extração de matérias-primas valiosas, como nutrientes bioquímicos, em bio refinarias. Esta parte corresponde aos componentes biológicos do produto.	As cascas de laranja, por exemplo, contêm limoneno, um óleo essencial, que pode ser aplicado em produtos de cosmética.
De volta para a Biosfera	O produto permite devolver nutrientes ao solo depois de ser utilizado (biodegradável, compostagem, etc).	Os bioplásticos compostáveis permitem que um produto seja transformado em composto depois de ser utilizado. Desde que enviado para as instalações correspondentes como as de compostagem industrial.

Tabela 5 - Processos de reaproveitamento de materiais

Fonte: Produzido pelo autor da dissertação com base na informação recolhida

Os bioplásticos compostáveis podem ser incluídos nos dois ciclos – técnicos e biológicos – desde que existam instalações preparadas para tratar estes materiais, no entanto os segundos são os ciclos mais importantes para estes materiais. Esta é uma opção particularmente relevante no caso das embalagens e produtos descartáveis de plástico dado que são o género de produto que escapa aos circuitos de recolha e reciclagem devido

às reduzidas dimensões e peso. A possibilidade de serem incluídos nos circuitos de compostagem é a melhor forma de fechar o ciclo dos materiais – os bioplásticos dependem de matérias-primas de origem vegetal, que precisam de solos e nutrientes para crescerem, e no fim de vida os objetos feitos nestes materiais podem voltar a ser incluídos nos solos sob a forma de nutrientes através do composto. A análise dos fluxos circulares permite criar várias hipóteses para o projeto e focos de trabalho. O método seguinte para gerar novas hipóteses, e a IDEO sugere o método de Mudança para Serviços.

### Mudança Para Serviços

A problemática central deste método é a possibilidade de um produto ser transformado num serviço – criar uma nova ou inesperada experiência em torno de um produto sob a forma de serviço<sup>348</sup>.

Cada vez mais empresas estão a mudar o seu paradigma, em vez de oferecerem exclusivamente produtos, transformam-nos em serviços. Estes novos modelos são formas de uma organização se tornar mais efetiva e circular. Para o planeamento desta mudança é necessário compreender as necessidades subjacentes dos utilizadores e pensar em novas formas de responder às mesmas. Por exemplo a necessidade de um escritório pode se traduzir na procura de um espaço para trabalhar, a necessidade de adquirir roupa nova pode ser transformado num guarda-roupa sempre disponível. A necessidade de um automóvel prende-se com a mobilidade, não é propriamente ter a posse de um carro mas antes a possibilidade de deslocação sempre que necessário.

Depois de detalhadas as necessidades subjacentes é possível debater novas formas de responder às necessidades sem a posse de determinado produto. Por exemplo no caso da mobilidade as alternativas podem ser o sistema de partilha de carros (*car sharing*), aluguer, *leasing* e até de transportes públicos<sup>349</sup>.

---

<sup>348</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Understand** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] Service Flip. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/post/service-flip>

<sup>349</sup> Ibid. – **Worksheet : Service flip** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Service\\_Flip\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Service_Flip_Final.pdf)

O passo seguinte do método considera as formas como esse serviço, ou serviços resultantes da análise anterior podem ser experienciados. No caso dos automóveis estes sistemas podem ser experienciados e utilizados através de aplicações para dispositivos móveis ou no computador, recorrendo à internet e ao sistema de localização global GPS. Como conclusão deste método é necessário detalhar os sistemas e parceiros necessários para permitir que o serviço seja possível, tal como saber de que forma seria possível recolher dados e informação da utilização do serviço<sup>350</sup>. O processo encontra-se resumido no gráfico abaixo.

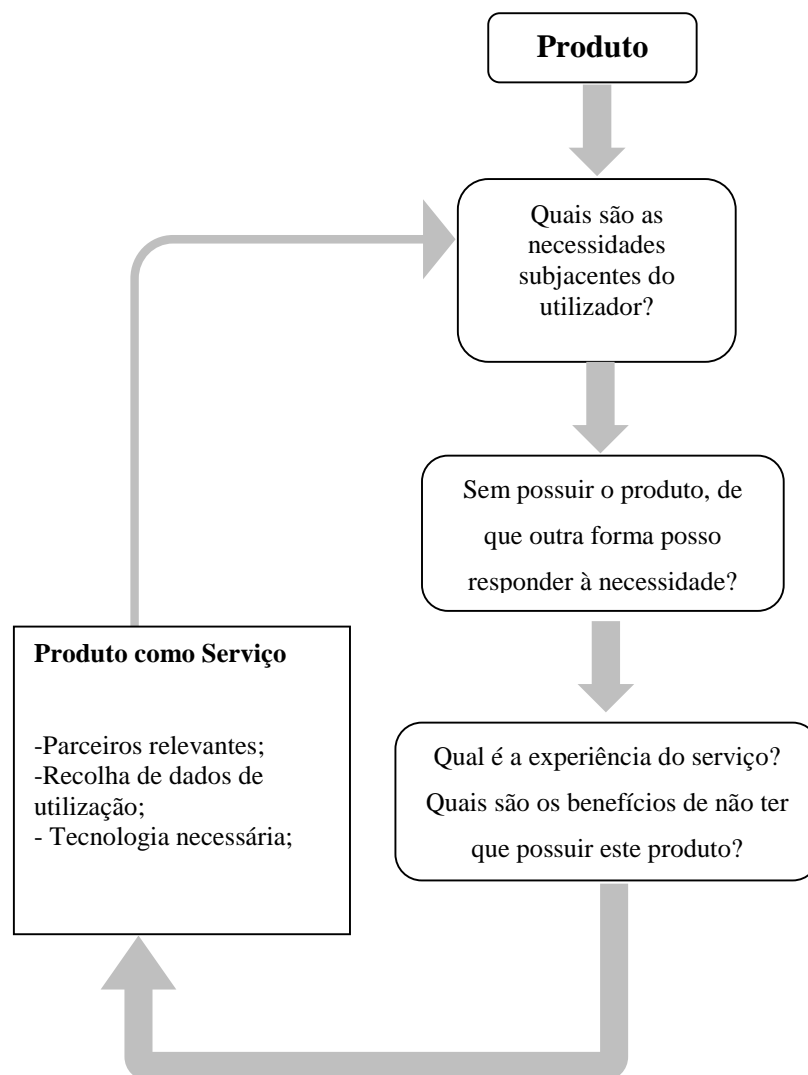


Fig. 41 - Processo para transformação de um produto em serviço.

Fonte: Produzido pelo autor da dissertação com base na informação recolhida

<sup>350</sup> Ibid. Ibidem

### Modelos de negócios circulares

Este método tem por base uma ferramenta de trabalho desenvolvida por Osterwalder & Pigneur, o *Buisness Model Canvas*<sup>351</sup>. A folha de trabalho desenvolvida pela IDEO é uma adaptação do referido anterior às prioridades e princípios da Economia Circular.<sup>352</sup>

Apesar de este método estar direcionado para planear a forma como um negócio vai gerar, valor através do seu produto e do agentes envolvidos, e dado que muitas empresas estão a começar a oferecer produtos como serviços, é importante o design estar envolvido no planeamento desta mudança, tal como apresentado anteriormente.<sup>353</sup>

A ficha de trabalho deve ser preenchida em equipa para que existam várias perspetivas, abrangendo vários sistemas e conhecimentos para que seja mais fácil por o projeto no caminho do sucesso num mundo cada vez mais interligado.<sup>354</sup>

O processo do preenchimento não tem um início e um fim claros, deve ser antes preenchido de forma continua e em debate sobre as propostas feitas. O preenchimento continuo está dependente do desenvolvimento do projeto ou seja do *feedback* recebido dos protótipos, utilizadores e agentes envolvidos. Este método – tal como a ideia geral dos métodos propostos pela IDEO – é iterativo e de aprendizagem continua.

Na área das embalagens a marca Splosh – marca de detergentes para uso doméstico, vendido em sistema de subscrição e compra on-line<sup>355</sup> - é um caso de estudo na forma como um modelo de negócio diferente aplicado aos detergentes influenciou o desenvolvimento de um novo tipo de embalagem e apresentação de um produto. O caso da marca Splosh vai ser abordado no capítulo ‘Estudos de Caso’.

---

<sup>351</sup> O *Buisness Model Canvas* é uma ferramenta de planeamento estratégico, muito aplicado em metodologias de empreendedorismo. Esta folha de trabalho permite esquematizar, descrever e projetar um modelo de negócio. In Strategyzer – **Canvas, tolls and more** [Em linha] Zurique: Strategyzer [Consult. em Dezembro 2017] Disponível: <https://strategyzer.com/canvas>

<sup>352</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Define** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] Circular Business Model. em: <https://www.circulardesignguide.com/post/circular-business-model-canvas>

<sup>353</sup> Ibid. Ibidem.

<sup>354</sup> Ibid. – **Worksheet : Business Mondel Canvas** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Business\\_Model\\_Canvas\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Business_Model_Canvas_Final.pdf)

<sup>355</sup> Splosh – **What is Splosh?** [Em linha] Cardifs: Splosh [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.splosh.com/shop/contacts/>

### Criar o propósito da marca

As missões e propósitos que direcionam as marcas estão a emergir como fortes motores de envolvimento emocional com clientes. Cada vez mais estes tomam decisões de compra com base em ligações emocionais às marcas.<sup>356</sup>

A inovação em torno da economia circular é uma forma de construir uma relação mais forte com o cliente e de reforçar o sentido de missão de uma marca. Encontrar a mensagem correta é o ponto-chave para o sucesso desta estratégia. Este método explora os benefícios subjacentes para os clientes, que os pode levar a ter uma resposta mais emocional à marca, criando uma relação mais forte.<sup>357</sup>

A IDEO criou uma folha de trabalho<sup>358</sup> para ajudar a rever e a criar o propósito de uma marca. Com esta ferramenta é possível rever a forma como a marca pode criar mais valor em torno de um produto através de uma mensagem global, e mostrar ao cliente que é diferente do que existe.

A mensagem criada desta interação de ser apelativa à audiência da marca, sendo transformada nesse sentido. Assim o objetivo é compreender o que é mais importante para os clientes e tornar a oportunidade circular da marca mais relevante. Desta forma o público-alvo pode relacionar-se com o que está a ser transmitido. Pode também ser relevante detalhar outras motivações e aspirações de outros envolvidos na cadeia de valor do produto e criar uma mensagem direcionada aos mesmos de forma a valoriza-los.<sup>359</sup>

Este processo envolve um conhecimento profundo do produto, marca, mercado e clientes, só assim é possível criar uma mensagem relevante em torno da oportunidade circular em que a marca está envolvida. O processo encontra-se sumariado no gráfico a baixo.

---

<sup>356</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Define** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] Create Brand Promise. em: <https://www.circulardesignguide.com/post/brand-promise>

<sup>357</sup> Ibid. **Worksheet: Brand promise** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Brand\\_promise\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Brand_promise_Final.pdf)

<sup>358</sup> A folha de trabalho está disponível gratuitamente na internet em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Brand\\_promise\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Brand_promise_Final.pdf)

<sup>359</sup> Ibid. Ibidem

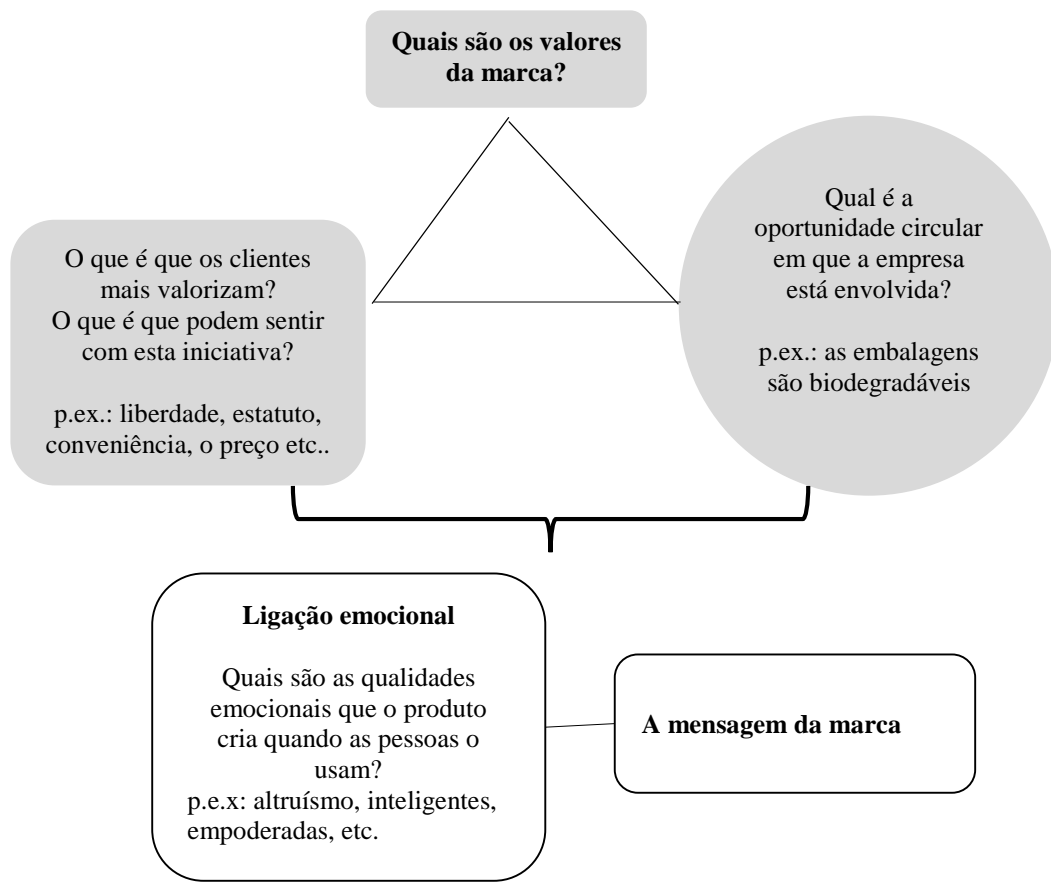


Fig. 44 - Processo de criação do propósito e mensagem da marca.

Fonte: Produzido pelo autor da dissertação com base na informação recolhida

### Pesquisa centrada no utilizador

Compreender as necessidades de todos os envolvidos nos ciclos de utilização de um produto – os utilizadores finais, beneficiários, fornecedores, fabricantes, retalhistas e que possa reutilizar os materiais ou componentes.<sup>360</sup>

A pesquisa centrada no utilizador ajuda a ganhar empatia entre o designer e as pessoas para quem se está a projetar. No contexto da economia circular não se consideram

<sup>360</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Make** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] User-Centered Research. em: <https://www.circulardesignguide.com/post/lead-with-user-centred-research>

só os utilizadores, mas o grupo mais alargado dos envolvidos na cadeia de valor do produto em projeto<sup>361</sup>.

O primeiro passo deste método começa pela identificação das pessoas envolvidas na cadeia, incluindo os potenciais utilizadores e quem venha a beneficiar do produto. Depois é necessário preparar as questões a fazer nas entrevistas aos indivíduos de cada grupo identificado. Estas perguntas estão relacionadas com o que é necessário reter para o projeto sobre a função destes indivíduos. Para uma melhor perceção estes devem ser entrevistados nos seus ambientes de ação<sup>362</sup>:

- Utilizador – no ambiente de utilização do produto;
- Fabricante – no ambiente de fábrica;
- Reciclagem de materiais ou componentes – no ambiente de atividade;

É importante estar presente nestes ambientes para haver um registo fotográfico e para que tudo o seja respondido nas entrevistas seja percecionado como estímulo para o projeto. Estes estímulos (fotografias ou filme e entrevistas) devem ser discutidos em equipa e o resultado final deste processo será a compilação das principais necessidades dos utilizadores do produto. Daqui a equipa deve questionar-se sobre o que pode ser diferente no produto com base no que foi compreendido.<sup>363</sup>

Para guiar o processo a IDEO criou um guia para as entrevistas<sup>364</sup>, que inclui indicações de como dirigir a conversa, como formular questões e analisar o resultado final.

---

<sup>361</sup> Ibid. Ibidem

<sup>362</sup> Ibid. **Guide: User-centred research** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/User\\_Centred\\_Research%20Guide\\_FINAL.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/User_Centred_Research%20Guide_FINAL.pdf)

<sup>363</sup> Ibid. Ibidem

<sup>364</sup> Ibid. Ibidem

### Mecanismos de *feedback*

Um dos princípios da economia circular é o retorno da informação (*feedback*). Esta característica é importante porque só se sabe o que está a acontecer no sistema se houver *feedback*. Hoje em dia é cada vez mais fácil e barato conseguir retorno de dados devido às tecnologias de comunicação. A criação destes mecanismos de informação é importante e começa pela necessidade de aprender mais sobre o produto ou serviço que se está a desenvolver. Estes mecanismos devem estar articulados com o tipo de dados necessários, a forma como podem ser adquiridos e a finalidade dos mesmos.<sup>365</sup>

O desenvolvimento destes mecanismos deve ser feito desde a fase de prototipagem uma vez que quando um produto é lançado no mercado fica fora do controlo da equipa de desenvolvimento. Isto permite a aquisição de dados muito mais cedo levando a uma aprendizagem mais rápida e desenvolvimento mais ágil. Os beneficiários deste desenvolvimento vão ser os utilizadores finais, os envolvidos na cadeia de produção e descarte do produto e vai ser útil para a estratégia do negócio.

Os passos deste método passam por listar<sup>366</sup>:

- As hipóteses para serem aplicadas em protótipos, consoante as expectativas em relação ao produto ou serviço;
- A forma de reunir estes dados;
- A forma como o projeto pode ser materializado de forma a capturar a informação necessária (p. ex. entrevistas, questionários, fóruns *on-line*, sensores, recolha digital, etc.)
- Hipótese de escalar o projeto e a evolução destas recolhas;

Este método deve ser aplicado a par da prototipagem para garantir a exequibilidade da aquisição dos dados, maximizando o processo de aprendizagem. Este

---

<sup>365</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Make** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] Embed Feedback Mechanisms. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/post/embed-feedback>

<sup>366</sup> Ibid. **Worksheet: Embed feedback** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Embed\\_feedback\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Embed_feedback_Final.pdf)



é também acompanhado por uma ferramenta de trabalho<sup>367</sup> que auxilia o planeamento destas tarefas.

### Escolha de materiais

Os materiais desempenham um papel crucial na economia circular pois são os constituintes dos produtos, que devem ser feitos de forma a manterem-se em ciclos produtivos o máximo de tempo possível com a melhor qualidade.<sup>368</sup>

No caso específico de materiais que podem entrar no ciclos biológicos, como visto anteriormente, é necessário garantir que são seguros e que os seus constituintes não são tóxicos. Só com produtos feitos com materiais que consigam ser mantidos em circularidade de forma segura é possível criar uma economia de material otimizada, eliminando o conceito de desperdício.

Este método começa por listar<sup>369</sup>:

- As partes que vão constituir o produto;
- As matérias-primas necessárias para cada componente;
- Estimar o valor existente em cada componente (p. ex. possíveis ciclos dos materiais ou componentes);

Assim é possível avaliar a pertinência da escolha das escolhas, no contexto da economia circular. Caso os materiais não estejam dentro dos parâmetros considerados (p. ex. não são recicláveis, de difícil reciclagem, não é possível redirecionar os resíduos produzidos para revalorização) devem ser procuradas alternativas aos mesmos. Na folha de trabalho que acompanha este método<sup>370</sup>, existem guias para as listagens

---

<sup>367</sup> Ibid. Ibidem.

<sup>368</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Make** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] Smart material choices. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/post/materials>

<sup>369</sup> Ibid. **Worksheet: Smart Material Choices** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Materials\\_choices\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Materials_choices_Final.pdf)

<sup>370</sup> Ibid. Ibidem.

anteriores e onde são referenciadas várias bases de dados gratuitas e na internet, com informação sobre materiais.

### Imaginar novas parcerias

A seguir ao processo de planeamento do produto e da prototipagem é possível que sujam novas a oportunidades para alargar a esfera de influência do design dentro dos sistemas em que se está a operar. Isto pode por a descoberto novas necessidades e parcerias com organizações, que não se consideravam no início. Imaginar novas parcerias que reforcem o valor da cadeia onde o produto está inserido, aumenta a eficiência do sistema e reforça o modelo de negócio. Pensar em novas parcerias (produção, utilização e revalorização) ajuda a orientar o desenvolvimento do produto para os objetivos propostos para o projeto.<sup>371</sup>

Nesta fase do projeto é provável que já tenham sido identificados potenciais parceiros – em especial no método do Modelo de negócio circular – somando ao que foi recolhido durante a pesquisa centrada no utilizador, pode se definir o que falta ao produto ou serviço que precisa de ser feito em parceria com outras organizações.

Por exemplo, uma oportunidade que pode surgir durante o projeto é a possibilidade de associar tecnologia de informação tornando-se necessário associar uma empresa parceira. Para abordar os novos parceiros potenciais a IDEO recomenda que se crie uma narrativa ou um ponto de vista para ser apresentado de forma compreenderem o seu valor na parceria.<sup>372</sup>

Para isto é preciso responder às seguintes questões<sup>373</sup>:

- Que compromissos vão ser necessários para que todos os envolvidos consigam tornar o projeto uma realidade e mitigar o risco?
- Quem vai ganhar das novas oportunidades de negócio que venham a surgir?

---

<sup>371</sup> Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Release** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] Imagine New Partnerships. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/post/build-partnerships>

<sup>372</sup> Ibid. Ibidem

<sup>373</sup> Ibid. Ibidem

- O que é preciso medir para que saber que colaboração é necessária?

Assim podem ser definidos parâmetros para que a colaboração seja bem-sucedida.<sup>374</sup>

### 5.3.4 Estudos de caso de embalagens na economia circular

#### ECOVATIVE

A ECOVATIVE é uma marca que produz produtos para embalagens que são totalmente compostáveis e alternativas a materiais sintéticos. As embalagens produzidas pela ECOVATIVE são feitas a partir do micélio<sup>375</sup>, que crescem alimentando-se de subprodutos naturais de origem agrícola e ou atividade madeireira (serradura). O micélio que se desenvolve de forma natural, atua como uma ‘cola’ em torno dos materiais e assim pode assumir qualquer forma que seja necessária. No fim do uso os produtos de micélio podem ser compostados em casa e não são nocivos para o meio ambiente se libertados no mesmo.<sup>376</sup>

Os fundadores da marca - Eben Bayer e Gavin McIntyre – inspiraram-se na observação do crescimento de cogumelos em serradura e na forma como o micélio, que funciona como “raízes” dos cogumelos, aglutinava as lascas de madeira. Este fenómeno permitiu criarem um novo método de produzir materiais capazes de desempenhar as funções de muitos materiais de materiais com origem fóssil como Poliestireno Expandido e outros polímeros expandidos.

---

<sup>374</sup> Idem.

<sup>375</sup> Conjunto dos filamentos (hifas) que constituem a parte vegetativa dos fungos - **micélio** in Dicionário infopédia da Língua Portuguesa [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2017. [consult. 2017-11-13]. Disponível em : <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/micélio>

<sup>376</sup> Tiny TED - **Eben Bayer: Are mushrooms the new plastic?** [Em linha] [S.l.]: TED Conferences [consult. em Dezembro 2017] Disponível em: [https://en.tiny.ted.com/talks/eben\\_bayer\\_are\\_mushrooms\\_the\\_new\\_plastic](https://en.tiny.ted.com/talks/eben_bayer_are_mushrooms_the_new_plastic)

## Segundo Eben Bayer- co-fundador:

“Nós estamos a utilizar cogumelos para criar uma nova classe de materiais com desempenhos semelhantes a plásticos durante a sua utilização, mas que são feitos de restos de colheitas e que são totalmente Compostáveis no seu fim de vida.” <sup>377</sup>

A matéria-prima de origem agrícola, as partes das plantas que não são utilizadas para consumo humano ou animal, têm baixo valor económico. Este material vai servir de substrato para o micélio se desenvolver, sendo limpos e inoculados com os respetivos fungos.

O micélio desenvolve-se dentro de moldes assumindo a forma necessária (figura 44). Este processo leva entre 5 a 7 dias, e não necessita de luz ou água adicional para o processo de digestão do material vegetal presente no molde. Enquanto as hifas (as unidades que constituem o micélio<sup>378</sup>) crescem envolvem o substrato, fixando-o e criando uma estrutura muito resistente, e é a partir destas que o organismo se alimenta – segrega enzimas que degradam os hidratos de carbono existentes no substrato e depois absorve os nutrientes.

Este processamento do material com um número reduzido de processos reduz o custo do produto permitindo a sua viabilidade económica. Como as matérias-primas são resíduos da atividade agrícola a ECOVATIVE pode utilizar os remanescentes de várias atividades agrícolas locais, criando parcerias inesperadas e acrescentando valor à sua cadeia de agentes. No fim de vida da embalagem esta pode ser compostada sem nenhum tipo de equipamento especial.

Como visto anteriormente alguns tipos de biopolímero também funcionam desta forma, mas o ECOVATIVE é diferente visto que utiliza o material biológico na totalidade, tendo uma bio eficiência muito superior. <sup>379</sup>

---

<sup>377</sup> Tiny TED. Op. cit. [Tradução livre].

<sup>378</sup> As hifas são os filamentos de células que formam o micélio dos fungos e o micobionte dos líquenes. São longas células cilíndricas com vários núcleos, ou septadas, mas onde cada célula pode ter vários núcleos; podem ser simples ou ramificadas. - **Hifas**. In: Wikipédia, a enciclopédia livre [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017, rev. 21 Julho 2017. [Consult. 21 Dezembro 2017]. Disponível em WWW:< <https://pt.wikipedia.org/wiki/Hifa> >.

<sup>379</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Case Studies** [Em linha] [s.n.] Ellen MacArthur Foundation, [s.d.] [Consult. em Dezembro 2017] ECOVATIVE: Growing alternatives to petroleum-based packaging Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/bio-based-material-for-single-use-packaging>

Em 2010 a ECOVATIVE foi lançada comercialmente, com um portfólio de embalagens protetoras de produtos, sob a marca EcoCradle®. As primeiras empresas a adotar este material foram a *Steelcase* (empresa que fornece mobiliário de escritório a nível mundial) e a *Dell* (empresa de computadores e tecnologia). Desde essa altura que têm vindo a trabalhar com outras empresas e estão a desenvolver aplicações na área dos isolamentos, produtos de consumo e novos bio-materiais.<sup>380</sup>

Outra marca pela qual são comercializados os produtos ECOVATIVE para embalagens é a *Mushroom® Packaging*, comercializada como alternativa a espumas de Poliestireno Expandido, Polipropileno Expandido e polpa de papel. Esta marca comercial surge de uma parceria com a *Sealed Air Corporation*. É comercializado como material de proteção de produtos como eletrónicas de consumo, eletrodomésticos, mobiliário e equipamento industrial.<sup>381</sup>



Fig. 45 - Vaso feito com o material Ecovative

Fonte: <https://shop.ecovatedesign.com/products/gyi-packaging-kit?variant=30081979969>

---

<sup>380</sup> Ecovative – **Mushroom packaging comes to japan** [Em linha] Nova Iorque: Ecovative [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: <https://www.ecovatedesign.com/blog/113>

<sup>381</sup> Ibid.



Fig. 46- Processo de crescimento do Ecovative dentro de moldes

Fonte: <https://shop.ecovatedesign.com/products/grow-it-yourself-planter-kit-individual?variant=30994395329>



Fig. 47- Embalagem protetora Ecovative para garrafa de vidro

Fonte: <https://shop.ecovatedesign.com/products/grow-it-yourself-pendant-lamp-kit?variant=35683290433>

## CBPack

A empresa CBPack, empresa Brasileira, dedica-se à produção de embalagens compostáveis à base de fécula de mandioca. Os produtos do seu portfólio vão desde copos a tabuleiros e caixas para servir comida. A origem da marca está na intenção do seu fundador em colmatar a falha existente nos negócios das embalagens descartáveis para contacto com comida. A possibilidade de ter acesso a uma matéria-prima de origem renovável para transforma-la em embalagens descartáveis que se biodegradem, possibilitava o retorno de nutrientes ao solo, capturando mais valor no sistema produtivo dos materiais. Segundo o mesmo era “...a combinação perfeita entre embalagens, meio ambiente e lixo zero”.<sup>382</sup>

Uma das motivações do fundador, Cláudio Bastos, era o impacto ambiental associado a esta área de negócio, um negócio que gera 50 milhões de dólares anualmente e que maioritariamente está associado a embalagens e contentores descartáveis. Isto motivou-o para desenvolver um material que pudesse ser devolvido à terra de uma forma regenerativa, eliminando o conceito de desperdício no ramo das embalagens.<sup>383</sup>

Antes de considerarem os materiais renováveis analisaram o impacto de materiais convencionais como o Poliestireno expandido, que têm diversos problemas desde a poluição associada ao fabrico e a dificuldade em reciclar os itens neste material. Considerando materiais de origem renovável consideraram também novos modelos de negócio.

Foi um processo de investigação que levou a CBPAK a optar por um bioplástico com base na mandioca, uma cultura amplamente cultivada um pouco por toda a América do Sul. A mandioca é também amplamente usada na cozinha Brasileira, mas esta planta tem um componente não-comestível rica em amido, que é processado para fabricar o polímero utilizado no fabrico dos produtos da marca – com aplicação para embalagens e contentores de alimentos sólidos, líquidos, quentes ou frios.

---

<sup>382</sup> SOUZA, Beatriz (4 de Janeiro de 2016). **Conheça a CBPak, empresa que transforma mandioca em embalagens biodegradáveis**. Project Draft. Consult. em Dezembro de 2017, Disponível em: <http://projetodraft.com/conheca-a-cbpak-empresa-que-transforma-mandioca-em-embalagens-biodegradaveis/>

<sup>383</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Case Studies** [Em linha] [s.n.] Ellen MacArthur Foundation, [s.d.] [Consult. em Dezembro 2017] CBPak: Bio-based material for single-use food containers. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/bio-based-material-for-single-use-packaging>



Fig. 48 – Copo compostável da marca CBPak

Nos copos é possível verificar a possibilidade de personalização, no caso com o *slogan* da marca “já fui mandioca” e o logo de uma marca.

Fonte: (<http://projetodraft.com/conheca-a-cbpak-empresa-que-transforma-mandioca-em-embalagens-biodegradaveis>)

A empresa alemã BASF participou no desenvolvimento de novos produtos da marca – filme plástico impermeável para ser aplicado no interior dos contentores.<sup>384</sup> Hoje, a CBPak tem capacidade para produzir quase 2 milhões de peças por mês, entre bandejas, copos e embalagens, com a opção de customização e todas feitas a partir da fécula de mandioca e 100% compostáveis.<sup>385</sup>

Para garantir que as embalagens que produz são compostadas e não acabam em aterros, a CBPak criou uma parceria com as empresas locais de compostagem, como forma de alinhar os interesses de todos. As empresas que se dedicam à compostagem recebem matéria-prima adicional, assumindo o compromisso de recolherem os produtos usados da CBPak – os clientes simplesmente recolocam os produtos nas caixas que os continham quando foram comprados e que são depois recolhidos pelas empresas de compostagem. Para além de criar valor a partir de resíduos, a empresa reduz os custos para o meio ambiente associados ao uso de produtos descartáveis em plástico de origem fóssil. Ao mesmo tempo com as suas parcerias a empresa consegue contribuir para a regeneração dos solos e reabastecimento de nutrientes através do composto gerado a partir das suas embalagens.

Durante a implementação da empresa e do seu modelo de negócio, para além das barreiras tecnológicas surgiu uma nova: o preço. No Brasil um copo de plástico custa entre 5 e 20 centavos (entre 1 e 5 cêntimos de euro), enquanto um copo da CBpack está entre 25 e 35 centavos (entre 7 e 9 cêntimos de euro), e para ultrapassar esta barreira a

---

<sup>384</sup> Ibid.

<sup>385</sup> SOUZA, Beatriz (2016) Op. cit.



empresa focou-se em demonstrar a vantagem em termos de atributos que o seu produto tinha, os clientes não estavam só a adquirir um produto mas também valor. Apesar de custarem quase o dobro que os produtos convencionais a empresa só ganhou volume de encomendas quando conseguiu comunicar aos seus clientes o valor acrescentado do seu produto – menos pegada de carbono na produção (quando comparado com os produtos convencionais de matérias-primas fósseis) e no descarte, por ser biodegradável. O consumo de água durante o processo produtivo é outra vantagem a ser destacada pela CBPak, pois é muito menor.<sup>386</sup> Enquanto o plástico, apesar de reciclável, é um dos grandes responsáveis pela poluição do meio ambiente (em especial o ambiente marinho), os produtos da CBPak quando levados para uma instalação de compostagem ou de biometanização, os recursos retomam um ciclo produtivo como nutrientes do solo, algo que não acontece com o plástico.

## EVOWARE

A Evoware é uma marca que vende um plástico feito a partir de algas, que é comestível e também biodegradável. Foi desenvolvido por uma start-up na Indonésia com o propósito de substituir as embalagens alimentares de pequenos formatos feitos com plásticos convencionais.<sup>387</sup>

A Indonésia, país de onde a empresa é originária, é o segundo maior contribuidor para a poluição de plástico nos oceanos, logo a seguir à China. Cerca de 90% do plástico consumido no país termina no oceano, contribuindo para os mais de 1 milhão de animais marinhos que morre por causas relacionadas diretamente com resíduos plásticos, e para a

---

<sup>386</sup> SOUZA, Beatriz (4 de Janeiro de 2016). **Conheça a CBPak, empresa que transforma mandioca em embalagens biodegradáveis**. Project Draft. Consult. em Dezembro de 2017, Disponível em: <http://projetodraft.com/conheca-a-cbpak-empresa-que-transforma-mandioca-em-embalagens-biodegradaveis/>

<sup>387</sup> PETER, Adele (10 de Junho de 2017) **Instead Of Throwing Out This Plastic Wrapper, You Eat It**. Fast Company. [Consult. em Dezembro de 2017]. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/40477587/instead-of-throwing-out-this-plastic-wrapper-you-eat-it>

contaminação de cerca de 25% do peixe vendido nos mercados mundiais que está contaminado por partículas de plástico.<sup>388</sup>

Ao mesmo tempo que o sistema de tratamento de resíduos plásticos da Indonésia é ineficiente, o mesmo país tem muitos recursos naturais, incluindo algas. Este recurso abundante não é absorvido pelo Mercado e os agricultores de algas Indonésios não conseguem escoar grande parte da sua produção, passando dificuldades.<sup>389</sup>

A solução da Evoware procura aproveitar um recurso abundante e barato, e ao mesmo tempo criar uma solução possa contribuir para o fim dos resíduos plásticos. O produto da Evoware difere dos bioplásticos mais populares (PLA - *poly lactic acid*, PHB - *poly hydroxyl butyrate* e TPS – *Termoplastic Starch*), por ser feito de um material nutritivo, e desenvolvido sem produtos químicos nefastos. Por isso é seguro principalmente para alimentação humana, e para fazer composto para as plantas.

As algas como materiais têm vantagens óbvias em relação aos plásticos de origem fóssil, para além da possibilidade de não criarem resíduos tão persistentes e com muito mais opções de fim-de-vida. Durante o seu crescimento estes organismos capturam CO<sub>2</sub> da atmosfera, no contexto indonésio, crescem em grandes áreas de forma natural sem precisarem de fertilizantes ou água, e o país produz mais algas do que as que consegue escoar. A empresa tem desenvolvidos dois tipos de bioplástico como substitutos de embalagens de plástico de pequenos formatos e saquetas multicamada metalizadas:

-Invólucro plásticos mono camada – comestível e aplicável a comidas secas;

-Saquetas em multicamada com revestimento de resina natural – comestível aplicável em saquetes de alimentos líquidos ou semissólidos;

Todos os seus produtos são processados de forma a serem seguros para consumo humano, estando certificados para tal.<sup>390</sup>

---

<sup>388</sup> MULYONO, Noryawati - **EVOWARE's edible and biodegradable sachets and wraps directly made from seaweed as main material** [Em linha] [S.l.:s.n] [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: <https://challenges.openideo.com/challenge/circular-design/ideas/evoware-s-edible-sachets-and-food-wraps-directly-made-from-seaweed-as-main-material>

<sup>389</sup> Ibid. Ibidem.

<sup>390</sup> Ibid. Ibidem



Fig. 49 – Produtos Evoware e aplicações

Nesta imagem é possível verificar a aplicação do material Evoware em saquetas de temperos (topo), embrulho de hambúrgueres (baixo) e as saquetas com temperos em sopas e massas (baixo).

Fonte: <http://www.evoware.id/product/ebp>



Fig. 50 – Aplicação do material Evoware em embalagem de Waffles

Fonte: <https://www.fastcompany.com/40477587/instead-of-throwing-out-this-plastic-wrapper-you-eat-it>

Como o material que se dissolve em água quente, a *start-up* planeia substituir as saquetas de plástico dos temperos para comidas pré- feitas como massas liofilizadas e

sopas, muito populares na Indonésia. Também pode ser utilizado em saquetas de café solúvel, utilizando o mesmo princípio. Assim é eliminada uma grande quantidade de plástico.<sup>391</sup> Outra aplicação são os embrulhos de hamburgers e sanduiches, que podem ser consumidos junto com o seu conteúdo.

O produto da EVOWARE é naturalmente rico em fibra, vitaminas e não tem sabor. É também um produto Halal, que é um facto a considerar visto que a maioria da população da Indonésia é Muçulmana.<sup>392</sup> O material e as aplicações estão patenteadas, e têm são certificadas como próprias para consumo humano. De forma sucinta as características do produto são:

- Solúvel em água morna – a sua utilização não produz lixo;
- Biodegradável e funciona como fertilizante para plantas;
- Tem até dois anos de vida de prateleira sem ser necessidade de aditivos;
- Pode ser customizado: cor, sabor e aceita impressões com determinadas tintas comestíveis;
- Termoselável<sup>393</sup>;

Fora da aplicação na indústria alimentar, uma empresa de sabonetes Indonésia está a aplicar o material da *start-up* para embrulhar os seus produtos.

A empresa foi uma das seis vencedoras do prémio *Circular Design Challenge*, prémio promovido pela Fundação Ellen MacArthur e a OpenIDEO, que se foca em encontrar soluções para os 30% de embalagens de plástico que são demasiado pequenas ou complexas para serem recicladas pelos processos mais comuns (exemplo desses produtos são: as saquetas de molhos, embrulhos de comida, tampas de copos de café).<sup>394</sup>

---

<sup>391</sup> Evoware – **Our story** [Em linha] [S.l.: s.n] [Consult. em Janeiro 2018]. Disponível em: [http://www.evoware.id/index.php/about\\_us/our\\_story](http://www.evoware.id/index.php/about_us/our_story)

<sup>392</sup> MULYONO, Noryawati - **EVOWARE's edible and biodegradable sachets and wraps directly made from seaweed as main material** [Em linha] [S.l.:s.n] [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: <https://challenges.openideo.com/challenge/circular-design/ideas/evoware-s-edible-sachets-and-food-wraps-directly-made-from-seaweed-as-main-material>

<sup>393</sup> Evoware – **Seaweed-Based Packaging** [Em linha] [S.l.: s.n] [Consult. em Janeiro 2018]. Disponível em: <http://www.evoware.id/index.php/product/ebp>

<sup>394</sup> Ellen MacArtgur Foundation – **News** [Em linha] [S.l.: s.n], 6 de Outubro 2017 [Consult. em Dezembro 2017] **Innovators win \$1 million to prevent ocean plastics**. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/innovators-win-1-million-to-prevent-ocean-plastics>

## Splosh

A Splosh é uma empresa sediada no Reino Unido que vende detergentes para uso doméstico, através de um sistema de subscrição e compra on-line. A empresa foi fundada em 2012 por Angus Grahame, com a ideia de aproveitar este espaço por explorar no negócio dos detergentes para uso domestico.

A Splosh fornece aos seus clientes um kit de inicial, que contém várias embalagens, e recargas com detergente. As embalagens iniciais podem ser utilizadas várias vezes e o cliente vai recebendo saquetas com o detergente de forma espaçada conforme a subscrição ou necessidade. As saquetas dissolvem-se em água morna e o detergente é libertado. A preparação é simples e a embalagem é reutilizada. As recargas são enviadas por correio – por serem tão pequenas cabem várias saquetas de recarga numa embalagem de encomenda com o tamanho comum de uma caixa de correio.<sup>395</sup>

O modelo de que Angus procurou afastar-se foi o mais comum de ‘compra única’ no supermercado. A pesquisa inicial focou-se na forma de fazer um artigo tipicamente volumoso e com embalagens grandes ser vendido online, onde o volume e peso são um obstáculo. O resultado foi o redesign do produto adaptando-o ao modelo de negócio com base no e-commerce.<sup>396</sup>

Com a marca Splosh, o consumidor não compra novas embalagens cada vez que precisa de detergente, em vez disso recebe as recargas por correio. Se uma garrafa for reutilizada 20 vezes, significa menos 95% de lixo plástico quando comparado com o sistema normal de detergentes, em que o cliente compra uma garrafa nova cada vez que precisa de detergente.<sup>397</sup>

---

<sup>395</sup> LORNE, Mitchel - **Zero plastic waste for household cleaning products using reusable containers and water-soluble sachets by post** [Em linha] [S.l.:s.n.]. [Consult. em Janeiro 2018] Disponível em: <https://challenges.openideo.com/challenge/circular-design/ideas/zero-plastic-waste-for-household-cleaning-products-using-reusable-containers-and-water-soluble-sachets-by-post>

<sup>396</sup> Ellen MacArthur Foundation - **How re-thinking the business model for cleaning products can influence design** [Em linha] [S.l.] : Ellen MacArthur Foundation. [Consult em: Dezembro 2017]. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/how-re-thinking-the-business-model-for-cleaning-products-can-influence-design>

<sup>397</sup> Ibid. Ibidem.

Este sistema precisou de um redesign quando comparado com os produtos já existentes. Foi necessário criar uma fórmula de produtos de limpeza concentrados completamente nova. O desafio esteve relacionado com a dificuldade em encontrar pessoas com conhecimentos técnicos para desenvolverem os detergentes.

Depois de criada a fórmula de detergente desenvolveram a forma de apresentação das saquetas com o pré-requisito de que estas deveriam ‘desaparecer’ de forma o mais limpa possível. O filme plástico em que o detergente é empacotado é feito de PVOH (*polyvinyl alcohol*), um material de origem fóssil, biodegradável e solúvel em água. É um produto usado para várias aplicações em diversos ramos industriais (p.e. medicina, detergentes para a roupa).<sup>398</sup> O PVOH foi escolha de projeto, por ser solúvel em água e porque uma vez dissolvido o PVOH potencia as qualidades do detergente.<sup>399</sup>



Fig. 51 - Embalagens do detergente Splosh

A embalagem primária do detergente Splosh é enviada numa embalagem secundária de cartão. Ambas foram desenhadas para terem as dimensões necessárias para caberem nas caixas de correio comuns no Reino Unido.

Fonte:  
<https://www.splosh.com/shop/splosh/open/range/>

Outro aspeto desenvolvido foi a embalagem que ia dispensar o detergente – tinha que ser durável, e ao mesmo tempo estar integrada no modelo definido pelos serviços de

---

<sup>398</sup> Ibid. Ibidem.

correio do Reino Unido. As encomendas devolvidas ou deixadas à porta das casas era algo que seria inconveniente, por isso o tamanho da caixa tinha que ser tal que coubesse na caixa do correio. Os clientes podem ainda enviar as embalagens de volta para a marca que se encarrega de lhes dar o fim de vida apropriado.<sup>400</sup>

Quanto ao conteúdo dos detergentes a empresa desenvolveu os de forma puderem ser integrados no ciclo biológico de forma segura. Ao mesmo tempo tinham que ter fragâncias atraentes e terem um poder de limpeza igual ou superior à concorrência.

Um dos princípios da economia circular é que os materiais técnicos e biológicos devem ser separados com facilidade.<sup>401</sup> No entanto no modelo atual dos produtos de limpeza, ambos os componentes são fornecidos e tratados como um só. Ou seja enquanto o detergente dura apenas alguns meses as embalagens de plástico em que são vendidos, foram desenhadas para durarem muito mais, na melhor das hipóteses são processados em instalações de reciclagem logo após uma única utilização (até o detergente acabar).



Fig. 52 - Gama de embalagens Splosh e respetiva embalagem de transporte

Fonte: ( <https://www.splosh.com/how-it-works/>)

No projeto do SPLOSH o redesign do modelo de negócio permitiu que os dois tipos de materiais (técnicos - plástico e biológicos – detergente) fossem rentabilizados ao máximo, por serem aplicados dois métodos diferentes – as garrafas de plásticos são

<sup>400</sup> SPLOSH – **FAQ** [Em linha] Cardiff: Splosh [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.splosh.com/faq/>

<sup>401</sup> Ellen MacArthur Foundation – **Economia Circular** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, [Consult. em: Dezembro 2017] Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/caracteristicas-1>>

reutilizadas enquanto o serviço for subscrito, e os detergentes são biodegradáveis e adquiridos à medida que são necessários. Isto permite duas vias de fim-de-vida efetivos.

Segundo Angus o facto de se ter repensado o modelo de negócio e reescrito o livro de regras das embalagens de detergentes, abriu outras oportunidades exemplo em torno do *marketing*. Como o produto não é vendido em prateleiras supermercado os produtos Splosh não têm que ser projetados para lutarem pela atenção com outras marcas. E a nova relação com o consumidor abre novas vias de *marketing* direto, que é uma forma muito valiosa de comunicar com o cliente.<sup>402</sup>

#### 5.4 Síntese dos estudos de caso e das metodologias propostas

Para compreender as oportunidades da economia circular é necessário começar por analisar os fluxos dos materiais. Este método, do ponto de vista do design, permite definir a orientação geral para o desenvolvimento do produto no sentido em que fica definido a forma de revalorização que se apresenta mais vantajosa, pela captura do valor intrínseco dos materiais.

As embalagens alimentares e produtos descartáveis associados, costumam ser de plástico e a reciclagem mecânica destes não valoriza o seu conteúdo orgânico das mesmas. Estes exigem um processo de lavagem e muitas vezes estes objetos são de difícil reciclagem ou não são recicláveis de todo pelo tipo de materiais de que são feitos (p. ex. multimaterial - laminados de vários tipos plásticos - pacotes de batatas fritas, saquetas de molhos etc.).

O propósito de eliminar o conceito de desperdício, pela constante revalorização dos materiais, representa um grande desafio que deve ser estudado em diversas frentes e de preferência em equipas multidisciplinares.

O guia da IDEO orienta este processo, os vários métodos e ferramentas permitem uma organização e encadeamento da recolha de informação para mais tarde ser aplicada

---

<sup>402</sup> LORNE, Mitchel - **Zero plastic waste for household cleaning products using reusable containers and water-soluble sachets by post** [Em linha] [S.l.:s.n.]. [Consult. em Janeiro 2018] Disponível em: <https://challenges.openideo.com/challenge/circular-design/ideas/zero-plastic-waste-for-household-cleaning-products-using-reusable-containers-and-water-soluble-sachets-by-post>



no projeto, que como verificado pode reorientar o modelo de negócio associado a um produto (método do modelo de negócio circular). Um exemplo desta mudança de paradigma nas embalagens é a venda a granel – existem lojas espalhadas um pouco por todo a Europa que preferem vender produtos que não venham em embalagens individuais. Esta mensagem faz parte do fator diferenciados das marcas, rejeitando produtos pré-embalados transmitem uma mensagem de sustentabilidade aos seus clientes<sup>403</sup> - método propósito da marca.

A pesquisa centrada no utilizador é um método bastante conhecido na prática de projeto em design de produto, e o método proposto pela IDEO estende os horizontes aos envolvidos nos sistemas onde o produto vai estar integrado. No caso dos bioplásticos compostáveis para as aplicações abordadas, para além de ser necessário conhecer os hábitos dos utilizadores, é essencial saber se existe a possibilidade de dar o correto tratamento aos objetos neste material, tal como operacionalizar a sua recolha e envio para os devidos locais. Sem este fator o valor destes materiais é perdido.

Os mecanismos de retorno de informação (método mecanismos de *feedback*) representam um paço crucial no contexto da economia circular, porque só se sabe o que está a acontecer no sistema se houver feedback. No caso das embalagens este método pode ser aplicado no sentido de uma marca poder manter os seus clientes informados sobre o ciclo de vida do seu produto através de vendas por subscrição (caso da marca Splosh) com a vantagem da possibilidade de uma comunicação mais direta com os mesmos.

A escolha dos materiais é particularmente relevante no caso dos bioplásticos dado que estes surgem como substitutos dos plásticos de origem fóssil. Segundo o método da IDEO esta escolha deve ser feita a pensar no tipo de revalorização dos materiais, mantendo o máximo de valor em circulação. Significa que os bioplásticos compostáveis devem ser recolhidos e direcionados para instalações onde sejam compostados (instalações industriais de compostagem ou de digestão anaeróbia). Esta revalorização

---

<sup>403</sup> Em vários pontos da Europa têm vindo a surgir conceitos de lojas que só vendem produtos a granel, em Portugal a loja ‘Granel Maria’ apresenta o mesmo conceito, associado a produtos biológicos certificados. Esta mudança de paradigma conjuga uma mensagem de sustentabilidade e com um modelo de negócio diferente do comum das lojas biológicas e do restante das superfícies comerciais. In PAIS, Tiago (24 Novembro 2011). **Comprar biológico e a granel? É na Maria**. Observador. [Consult. em Janeiro 2018] Disponível em: <http://observador.pt/2015/11/24/comprar-biologico-e-a-granel-e-na-maria/>

não está dependente da marca que produz os objetos, mas antes do sistema municipal existente nos locais de consumo, portanto para capturar o máximo de valor destes materiais é necessário que este tipo de instalações exista e que exista a correta separação. Os exemplos apresentados da Ecovative e Evoware demonstram a opção de escolha de materiais mais dinâmica pois os seus materiais biodegradam-se em ambientes menos exigentes que os das instalações industriais de compostagem e aproveitam as dinâmicas das economias locais valorizando os remanescentes produzidos por outros – a Ecovative aproveita os remanescentes agrícolas e da indústria madeireira, a Evoware aproveita as algas cultivadas em larga escala no seu país de origem, a Indonésia.

A CBpack é exemplo de uma estratégia entre escolha de materiais e criação de dinâmicas entre novos parceiros (método imaginar novas parcerias). Criou uma parceria com a BASF<sup>404</sup> no sentido de melhorar os seus produtos, e também com as empresas locais de compostagem para haver uma identificação dos produtos CBpack (depois de utilizados são colocados nas caixas em que foram adquiridos) para uma recolha correta.

No caso da opção por bioplásticos compostáveis, o modelo de negócio continua a prever que a embalagem seja tida como desperdício, no entanto esta pode capturar o valor nutritivo dos remanescente do seu conteúdo, sob a forma de composto e para tal é necessário que os produtos sejam bem identificados pelos utilizadores para correta separação e pelos sistemas de recolha, triagem e compostagem.

Apesar de os bioplásticos compostáveis representarem uma oportunidade projeto para a economia circular com grandes potencialidades no sector das embalagens, existe uma visão mais abrangente em relação a este sector. Segundo a Fundação Eellen MacArthur as embalagens de plástico de origem fóssil vão continuar a existir pela sua grande versatilidade, conveniência e performance, tal como pela crescente necessidade. Por estas razões vão ser necessárias várias ações concertadas para melhorar a economia em torno deste sector.

---

<sup>404</sup> A BASF é uma empresa alemã que opera na área da indústria química. A BASF tem também um portfólio de bioplásticos.

Capítulo 6  
**CONCLUSÃO**

## 6 Conclusão

Com esta dissertação foi possível compreender as características dos bioplásticos compostáveis e o que está inerente aos mesmos, tais como aplicações, opções de fim de vida e legislação em torno dos mesmos. Estes materiais encontram-se muito desenvolvidos, quer em termos de investigação quer em termos de produção industrial, existindo uma vasta gama de produtos disponíveis hoje no mercado. Foi também possível compreender que devido à possibilidade de serem biodegradáveis pelo processo de compostagem, estes materiais são melhor aplicados em produtos cujo conteúdo é rico em nutrientes ou tem fortes probabilidades de ser misturado com resíduos orgânicos. E também pode ser redirecionado para um fluxo controlado de materiais, onde não interfira com o curso normal dos plásticos para reciclagem. Este dado é importante porque os materiais compostáveis interferem com a reciclagem dos plásticos, reduzindo a qualidade do produto final.

É possível concluir que os fins de vida alternativos dos bioplásticos permitem considerar mais um tipo de revalorização – a reciclagem orgânica - algo que os plásticos de origem fóssil na sua generalidade não conseguem. Dentro da reciclagem orgânica existe ainda a biometanização, que permite produzir biogás para ser utilizado na produção de electricidade ou energia térmica. A biometanização é também um processo de compostagem onde existe a produção de composto que também pode ser aplicado como fertilizante para o solo.

Esta dissertação permitiu verificar que a compostabilidade tem um valor associado grande, e pode ser evidenciada e utilizada como poderosa mensagem de marketing, desde que corretamente transmitidos e acompanhada da devida certificação. As normas internacionais e em especial do espaço Europeu estão bem estabelecidas e existem diversos organismos independentes que emitem os selos de conformidade com as normas referentes à compostabilidade.

É também clarificado que a adoção destes materiais só faz sentido se existirem infra estruturas para o tratamento correto dos objetos utilizados, ou seja infraestruturas de compostagem industrial e/ou de biometanização.

De forma geral para uma aplicação bem-sucedida, o público deve estar sensibilizado para fazer a correta separação e os pontos municipais de separação de lixo devem contemplar recipientes específicos para resíduos orgânicos, onde possam ser incluídos os produtos feitos de plásticos compostáveis. Este é um fator crucial para a opção por estes materiais porque só apresentam as vantagens adjacentes à biodegradação quando inseridos em ambientes de compostagem específicos. Para além destes factos foi também verificado que os bioplásticos no geral permitem a dissociação de matérias-primas fósseis, que são finitas, têm emissões de CO<sup>2</sup> associadas muito altas, e são conhecidos por terem substâncias com potencial tóxico.

A componente nutritiva presente no conteúdo dos produtos de bioplásticos compostáveis é importante porque o resultado final da compostagem pode ser integrado nos solos como fertilizante.

Os materiais bioplásticos compostáveis são uma alternativa viável como opção para muitos produtos que são de utilização única: desde a agricultura, às componentes protetoras das embalagens, às embalagens alimentares e produtos de serviço de comida

As aplicações mais promissoras que foram identificadas na área das embalagens foram:

- Sacos para frutas e vegetais, sacos de compras leves e para separação de lixo orgânico
- Etiquetas autocolantes para frutas
- Cápsulas de café e saquetas de chá
- Filme plástico para embalagens de frutas e legumes
- Artigos para *catering* que sejam utilizados em sistemas fechados como eventos, restaurantes de *fast-food* e cantinas

No projeto de produtos com estes materiais, é necessário contemplar a possibilidade de estes serem encaminhados para os fluxos corretos após o descarte. Como verificado pelas metodologias analisadas, este encaminhamento por ser planeado e projetado mediante a procura de novas parcerias.

O design pode desempenhar um papel muito importante no desenvolvimento dos modelos de separação de resíduos aplicados a cidades e eventos. Como aconteceu nos

casos descritos de Milão (sacos do lixo compostáveis – melhorou o comportamento dos utilizadores, face à separação dos resíduos), Jogos Olímpicos de Londres, ZON Primavera Sound 2017. Os métodos da IDEO facilitam a inclusão de designers nas equipas de planeamento

No contexto da Economia Circular, as soluções de projeto procuram estar integradas com os sistema em que estes estão inseridos, ou seja os produtos, componentes e materiais devem ser desenhados de forma a poderem circular o máximo de tempo de tempo possível entre várias utilizações. A Economia Circular identifica dois tipos de ciclos de materiais - os ciclos técnicos e biológicos. Nos primeiros são incluídos os materiais poliméricos e metálicos, que devem integrar os ciclos de produção industrial e no segundo os materiais orgânicos que devem integrar os ciclos relacionados com a natureza, daí podermos considerar que é uma visão bastante holística.

No caso das embalagens e produtos descartáveis de bioplásticos compostáveis estes podem ser incluídas nos ciclos biológicos dado que a matéria-prima é matéria orgânica e terminam a sua vida útil como composto para o solo que vai servir de alimento para o crescimento de plantas.

Esta é a proposta radical da Economia Circular, os produtos devem ser projetados para além da utilização, ou seja devem ser projetados a pensar na forma como podem ser reaproveitados depois de serem úteis. Isto não significa apenas uma reciclagem bem-sucedida, mas antes uma mudança de paradigma em que o redirecionamento dos materiais garante o melhor aproveitamento possível. Os agentes interessados desde os produtores, retalhista, consumidores e responsáveis pelo tratamento de resíduos devem ser envolvidos no desenvolvimento do produto para que este seja apropriado a todas a todos os estágios na sua vida.

O conceito de desperdício desaparece com esta noção, e os materiais estão constantemente a ser revalorizados e por isso têm um papel importante na Economia Circular.

Do ponto de vista do design as metodologias apresentadas, permitem definir a orientação geral para o desenvolvimento do produto, porque ajudam a definir a melhor forma de revalorização pela captura do valor intrínseco dos materiais. A visão do design deve ser mais flexível, em relação aos sistemas em que um produto está inserido, por

exemplo deve passar a ter em conta os ecossistemas dos agentes envolvidas no produto, mantendo a preocupação com o utilizador final. Tal como fica demonstrado que pode influenciar o modelo de negócio associado a um produto, e vice-versa. Olhar para os produtos que são projetadas, não como produtos finais mas antes como elementos que vão estar continuamente a evoluir.

As opções de projeto como a escolha de materiais, a possibilidade de desmontagem, reutilização ou reparação são considerados da máxima importância. Os projetos apresentados evidenciam a forma como estas opções de projeto podem melhorar os produtos, tornando-os mais sustentáveis.

Estes materiais representam uma grande oportunidade para o desenvolvimento de objetos que estejam contextualizados na economia circular, e que a solução seja integrada com o sistema em que está envolvido. Os agentes interessados desde os produtores, consumidores e responsáveis pelo tratamento de resíduos devem ser envolvidos no desenvolvimento do produto para que este seja apropriado a todos os estágios na sua vida. O design é uma disciplina com grande potencial para criar linhas guias para o desenvolvimento de novos materiais como os bioplásticos compostáveis. A criação de novas aplicações, conceptualizando novos produtos e contextos de utilização com vista a uma sociedade ambientalmente mais sustentável e mais responsável, fazem da disciplina do Design uma ferramenta essencial para este desenvolvimento.

Para investigações futuras propõe-se a exploração do tema da compostabilidade e biodegradação como parte da experiência do utilizador, dada a complexidade do tema e das suas ramificações, será possível desenvolver melhores formas desenhar produtos com esta característica e de comunicar a mesma de forma mais eficaz.

Capítulo 7  
**ANEXOS**



## 7 Anexos

### 7.1 Citações na língua original

Citação 1, p. 31- “ *The process of biodegradation depends on the conditions (e.g. location, temperature, humidity, presence of microorganisms, etc.) of the specific environment (industrial composting plant, garden compost, soil, water, etc.) and on the material or application itself. Consequently, the process and its outcome can vary considerably.* ” – Michael Thielen in **Bioplastics: basics, applications, markets.**

Citação 2, p. 121 – “*An electronics manufacturer, for example, will want his product to be as sturdy as possible, but a recycler wants everything to be easy to separate.*” - Ruud Balkenende in **Design for a circular economy.**

Citação 3, p. 122 - “*If you’re designing for recycling, it’s important to know exactly what a recycler does.*” Ruud Balkenende in **Design for a circular economy.**

Citação 4 , p.151 – “*We’re using mushrooms to create an entirely new class of materials which perform a lot like plastic during their use but are made from crop waste and are totally compostable at the end of their lives.*” – Eben Bayer in : Are mushrooms the new plastic? in **Tiny TED**

## **7.2 Entrevistas**

### **Entrevista 1**

Transcrição parcial da entrevista realizada à Sra. Paula Norte, Gestora de Operações do departamento de Gestão de Resíduos da Sociedade Ponto Verde, telefonicamente no dia 10 de Março de 2017, no âmbito da dissertação de Mestrado. Da entrevista decorreu uma troca de e-mails, onde generosamente a Eng. Paula Norte me forneceu documentação relacionada com o tema da investigação.

#### **João Costa: Qual é o objetivo da Sociedade Ponto Verde?**

Paula Norte: As metas da Sociedade Ponto Verde é são a valorização dos resíduos pela reciclagem mecânica. O produto principal são as embalagens.

#### **João Costa: Os embaladores com quem trabalham especificam o tipo de plásticos que aplicam nas embalagens?**

Paula Norte: Não, os embaladores não especificam o tipo de plásticos, apenas os grandes grupos de materiais, ou seja se é plástico, vidro ou metal, etc.

#### **João Costa: Qual é o impacto dos bioplásticos no processo de reciclagem dos plásticos em Portugal?**

Paula Norte: O impacto é tão pequeno que não tem problema no processo de reciclagem. Não afeta o produto final do resultado da reciclagem mecânica.

Não houve muita adesão aos bioplásticos por parte dos embaladores em Portugal. Por isso não houve grande impacto. Se houvesse uma grande adesão então seria necessário tomar outro tipo de medidas.

Não faz sentido que se crie entropia, que se faça divulgação e esclarecimento junto do público;

É difícil dizer ao cidadão que separe plásticos de bioplásticos, não é uma coisa direta, são necessários alguns conhecimentos técnicos que não se pode pedir às pessoas.

No entanto quando surgiram plásticos com elementos que quebravam as cadeias de carbono (oxo-degradação) a sociedade ponto verde fez estudos para compreender que impactos teriam este tipo de plásticos no sistema de reciclagem, e no caso de existir uma grande adesão haveria um impacto negativo na qualidade do produto final.

Os bioplásticos ainda não foram identificados como problema pela quantidade, tal como a oxo-degradação.

## **Entrevista 2**

Entrevista realizada por e-mail ao Eng. Rui Berkemeier no dia 28 de Novembro de 2017. Rui Berkemeier é formado em Engenharia do Ambiente e especialista em resíduos, integrou a Quercus durante 20 anos como coordenador do Centro de Informação de Resíduos e está hoje integrado na Zero – Associação Sistema Terrestre Tustentável.

**João Costa: No panorama actual a reciclagem mecânica de embalagens de plástico é a melhor forma de tratamento de resíduos? Que tipo de embalagens não são recicláveis ou de difícil reciclagem? E porquê?**

Rui Berkemeier: Em relação às embalagens de plástico, de facto a informação que temos é que se não forem reutilizáveis, o melhor tratamento disponível é mesmo a sua reciclagem mecânica.

Quanto às embalagens mais difíceis de reciclar, em primeiro lugar há a referir as embalagens compósitas, uma vez que têm uma composição muito específica que não encaixa facilmente nos processos estabelecidos nas fábricas de reciclagem. Entre as embalagens de plástico, embora praticamente todas sejam recicláveis, o nosso sistema de gestão de embalagens tem um problema com os chamados plásticos mistos (embalagens em polipropileno como pacotes de margarina e sacos de batatas fritas, embalagens de iogurtes sólidos em poliestireno, ou embalagens compósitas) para os quais há uma solução técnica de reciclagem mecânica para fabrico de perfis em plástico que servem, por exemplo, para mobiliário urbano (empresa Extruplas), mas cuja reciclagem, embora ambientalmente interessante ainda tem custos para a Sociedade Ponto Verde.

**J.C.: As embalagens de alimentos e produtos descartáveis de contacto com comida só se tornam difíceis de reciclar porque ficam "sujos" ou por outras razões?**

R. B: De um modo geral o facto das embalagens estarem sujas com resíduos orgânicos não é um problema para os recicladores, porque em Portugal praticamente todos possuem unidades de lavagem dos plásticos. Se essas embalagens vierem da recolha seletiva então esse problema nem se coloca, se vierem dos resíduos indiferenciados como necessitam

de uma lavagem mais robusta o processo torna-se mais caro e muitas vezes é feita uma mistura com plásticos de origem industrial para facilitar o processo.

**J.C.: Em que segmentos de embalagens faz mais sentido a adopção de embalagens/produtos compostáveis? E porque?**

R.B.: Esta é uma questão muito pertinente, mas para a qual, como verificou na nossa reunião, ainda não há grandes respostas, também porque ainda não há grande experiência. Em todo o caso julgo que como falámos, esses produtos poderão eventualmente ser úteis em eventos, onde por exemplo se forneçam pratos e não seja possível recorrer a pratos reutilizáveis, mas desde que haja uma garantia de que serão recolhidos para encaminhamento para valorização orgânica. A utilização de plásticos biodegradáveis em certas aplicações na agricultura também é uma área que está em desenvolvimento e tem de ser acompanhada. Também a utilização de sacos biodegradáveis para a recolha seletiva de resíduos orgânicos tem apresentado algum potencial.

Um dos problemas dos produtos/embalagens biodegradáveis é que muitas das vezes são utilizados para manter a lógica do descartável (veja-se o caso dos sacos de caixa), outro é o facto de o seu fabrico ter impactes ambientais importantes (p.ex. ocupação de área agrícola) ou ainda, como vimos, as dificuldades do seu enquadramento no sistema de gestão de resíduos existente.

**J.C.: Segundo o site da CML a recolha seletiva de lixos orgânicos é feita em restaurantes e outros negócios e direccionada para a valorização orgânica (digestão anaeróbia e produção de composto). Para estes locais não seria viável introduzir produtos compostáveis para estes fins?**

R.B.: De facto a utilização de sacos biodegradáveis para a recolha de resíduos orgânicos poderia ser estudada no caso que refere. Aliás, a própria unidade de digestão anaeróbia da Valorsul teve no passado problemas com os sacos de plástico onde vinham os resíduos orgânicos e teve de instalar um sistema de tratamento mecânico a montante do digestor.

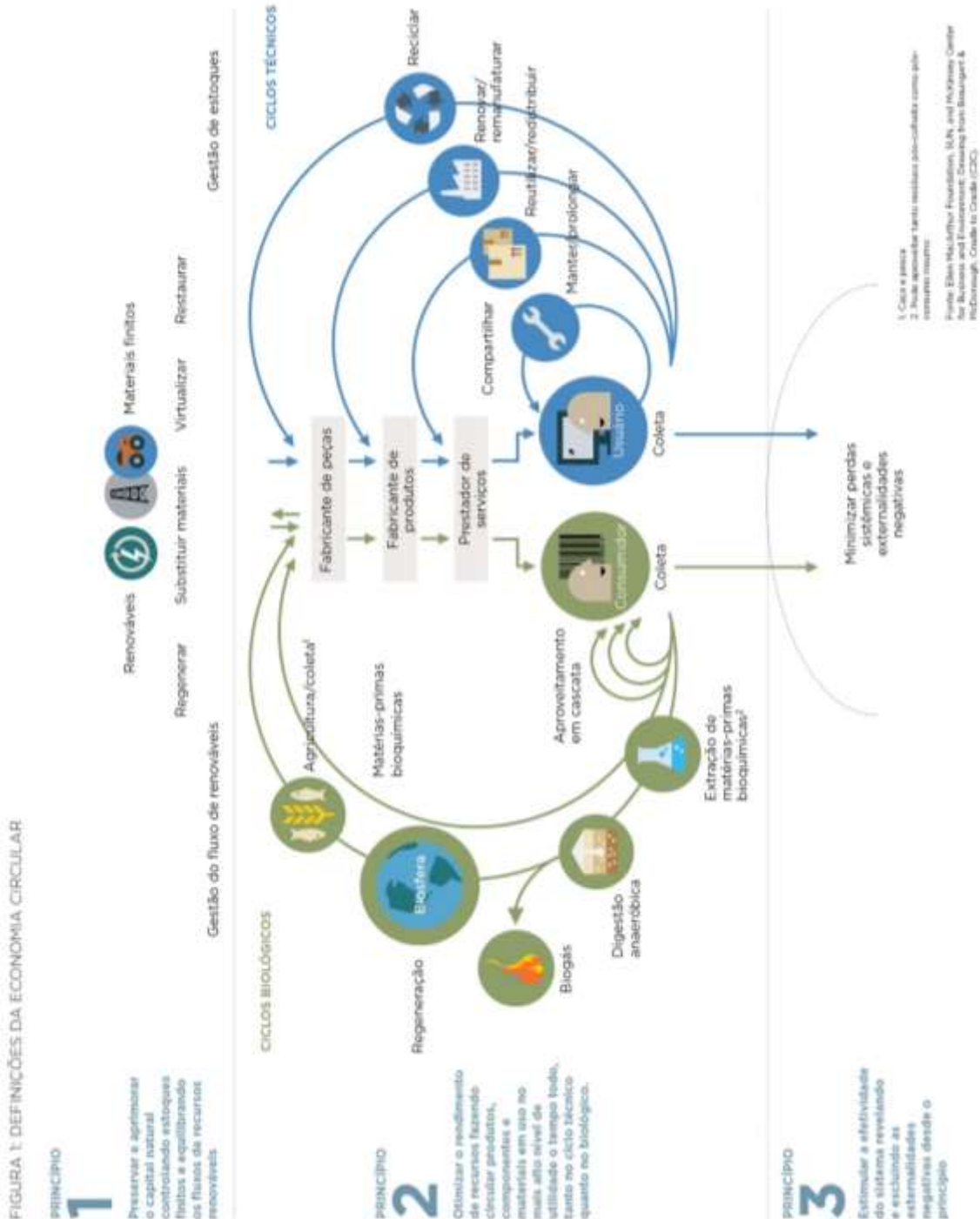
**J.C.: A biometanização e produção de composto são alternativas viáveis para o tratamento de resíduos orgânicos domésticos? Quais são as razões para a recolha seletiva destes resíduos urbanos domésticos não ser feita em cidades como Lisboa?**

R.B.: A biometanização e compostagem são aliás as únicas soluções que fazem sentido para a fração de resíduos orgânicos que compõe os resíduos urbanos.

Lisboa já começou com a recolha seletiva desses resíduos nos grandes produtores e existem projetos para alargar essa recolha nessas entidades e estendê-la aos produtores domésticos. No entanto, o enorme atraso que existe nesta área em Lisboa deve-se essencialmente à existência de um grande incinerador para resíduos indiferenciados que necessita de resíduos para funcionar. O que é mais irracional é que os resíduos orgânicos como têm muita humidade têm um baixo valor energético pelo que numa lógica de produção de energia através da queima nunca deveriam ser enviados para incinerar.

## 7.3 Diagrama Sistémico da Economia Circular

Produzido por Ellen MacArthur Foundation



Capítulo 8  
**BIBLIOGRAFIA**

## 8 Bibliografia

FERRÃO, Paulo, RIBEIRO, Paulo e SILVA, Paulo – **A Ecologia Industrial e as embalagens de bebidas e bens alimentares em Portugal**. Primeira Edição. Lisboa: Celta Editora, 2005. ISBN 972-774-213-0

IRLELAND, Kevin – **Bioplastics role in the new plastic economy**. Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 4 (2017), p. 40.

JAIME, Sandra B. M. [et al.] - **Propriedade de barreira à humidade de embalagens plásticas para produtos oftálmicos**. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, Volume 35, Numrero 1, 2014, pp. 133-139(7) .

MARQUES, Inês – **Estratégias do design para a sustentabilidade da embalagem**. Lisboa: [s.n.], 2015. Tese Mestrado em Design de Equipamento especialização em Design de Produto, apresentada à Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa,

MCDONOUGH, William, BRAUNGART, Michael – **Cradle to Cradle: Remaking the way we make things**. 1a Ed.. Nova York: North Point Pres, 2002. ISBN 978-0-86547-587-8.

MOURA, Reinaldo, BANZATO José, (2003) **Embalagem, unitização & containerização**. 4ª edição, São Paulo: IMAM

NEGRÃO, Celso, CAMARGO, Eleida. **Design de Embalagens, do marketing à produção**. São Paulo: Novatec editora, 2008. Pag. 29

PARRA, Paulo Jorge Martins – **Design simbiótico: cultura projetual, sistemas biológicos e sistemas tecnológicos**. Lisboa : [s.n.], 2007. Tese de doutoramento em Belas-Artes com especialização em Design de Equipamento, apresentada à Faculdade de Belas-Artes da universidade de Lisboa

PITTMANN, Timo – **Biopolymers from municipal waste water treatment plants**. Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 2 (2017), p. 20 e 21.



POGRELL, Hasso von – **Biodegradable plastics in the circular economy in Europe.**

Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 5 (2017), p. 38 e 39 .

RONDÁN, Escrig Chelo – **Give waste a chance.** Bioplastics Magazine:

Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 2 (2017), p. 40 e 41

THIELEN, Michael – **Bioplastics : basics, applications, markets.** 1a Ed.

Mönchengladbach: Polymedia Publisher, 2012. ISBN 978-3-9815981-1-0.

THIELEN, Michael – **European Parliament recognises the contributions of**

**bioplastics to a circular economy.** Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 2 (2017), p. 6.

THIELMAN, Michael e LAIRD, Karen – **PepsiCo looking into compostable resins**

**for snacks packaging.** Bioplastics Magazine: Mönchengladbach. ISSN 1862-5258. Vol. 12, Número 2 (2017), p. 5.

TONUK, Damla - **Making bioplastics: A investigation of material-product**

**relationships.** Lancaster:[s.n], 2016. Tese de Doutoramento submetida à universidade de Lacaster. pp. 180-186

Capítulo 9  
**WEBGRAFIA**

## 9 Webgrafia

A guide to get going [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, IDEO [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/get-started>

About Splosh [Em linha] Cardifs: Splosh [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.splosh.com/shop/contacts/>

ANDREONI, Marta - **Design thinking applied to the circular economy** [Em linha]. [S.n]: Eco design thinking. [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.ecodesignthinking.com/design-thinking-applied-to-circular-economy/>

ARMSTRONG, John A. HAMRIN, Jan. - **The Renewable Energy Policie Manual** [Em linha] Washington: United States Export Council for Renewable Energy [Consult. Dezembro 2017] Disponível em : <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea79e/ch05.htm>

Beta Analytic – **The world of bioplastics** [Em linha] Beta Analytic [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em: <https://www.betalabservices.com/biobased/bioplastics.html>

Biobased Plastics [Em linha] Berlim: European Bioplastics [ Consult. Novembro de 2016] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/biobased/>

Biodegradation. In: **Wikipédia, a enciclopédia livre** [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017, rev. 4 Abril 2017. [Consult. 4 abr. 2017]. Disponível em WWW:<<https://en.wikipedia.org/wiki/Biodegradation> >.

Biomassa in **Dicionário infopédia da Língua Portuguesa** [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2018. [consult. 05 Fev. 2018]. Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/biomassa>

Bioplástico. In: **Wikipédia, a enciclopédia livre** [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017, rev. 21 Julho 2017. [Consult. 21 jul. 2017]. Disponível em WWW:<<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Biopl%C3%A1stico&oldid=49357898>>.

Building Blocks in **Circular Economy** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation – [Consult. em: Dezembro 2017] Disponível em: <  
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/building-blocks> >

CBPak: Bio-based material for single-use food containers. in **Case Studies** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em:  
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/bio-based-material-for-single-use-packaging>

Circular Business Model in **Define** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, IDEO [Consult. em Dezembro de 2017]. em:  
<<https://www.circulardesignguide.com/post/circular-business-model-canvas>>

Circular design guide [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, IDEO [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em:< <https://www.circulardesignguide.com/>>

CLIFTON, Andrew (31 de Março 2016) **Create consistent supply systems.** Nature 531. 443–446 [Consult. em Dezembro 2017] disponível em:  
[https://www.nature.com/articles/531443a?WT.feed\\_name=subjects\\_culture](https://www.nature.com/articles/531443a?WT.feed_name=subjects_culture)

CNE – Centro Nacional de Embalagem - **Factores de Selecção de Embalagem “Produtos Alimentares”.** [Consult em Dezembro de 2017] Disponível em:  
[http://www.institutovirtual.pt/conferencias/seguranca\\_alimentar/apresentacoes/Factores%20de%20selecao%20da%20embalagem.pdf](http://www.institutovirtual.pt/conferencias/seguranca_alimentar/apresentacoes/Factores%20de%20selecao%20da%20embalagem.pdf)>

COMISSÃO EUROPEIA – **Press Release Database.** [Em linha] Bruxelas, 13 Fevereiro 2012 [Janeiro de 2018] **Comissão propõe estratégia para uma bioeconomia sustentável na Europa.** Disponível em: <[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-12-124\\_pt.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-124_pt.htm)>

COMISSÃO EUROPEIA – **Press Release Database.** [Em linha] Estrasburgo, 16 Janeiro 2018 [20 Janeiro de 2018] **Resíduos de materiais plásticos: uma estratégia europeia para proteger o planeta, defender os nossos cidadãos e capacitar as nossas indústrias.** Disponível em: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-18-5\\_pt.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-5_pt.htm)

COTEC Portugal – **Economia Circular** [Em linha] Porto: COTEC Portugal, 22 de Novembro 2016 [Consult. em Dezembro de 1017] Economia Circular Preservar, otimizar e assegurar recursos essenciais para o nosso futur. Disponível em:

[http://www.cotecportugal.pt/imagem/20161122\\_EC\\_Booklet\\_Exposi%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://www.cotecportugal.pt/imagem/20161122_EC_Booklet_Exposi%C3%A7%C3%A3o.pdf)

Design out of waste [Em linha] Londres: The Agency of Design [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.agencyofdesign.co.uk/projects/design-out-waste/>

Designing a Circular Economy [Em linha] IDEO [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.ideo.com/post/designing-a-circular-economy>

Designing for a circular economy has more than one solution. in **Case Studies** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation. [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/designing-for-a-circular-economy-has-more-than-one-solution>

despolimerização in **Artigos de apoio Infopédia** [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2017. [consult. Outubro 2017]. Disponível na Internet: [https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$despolimerizacao](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$despolimerizacao)

DIEMEL, Agaath – **Design for a circular economy** [Em linha] Delft: Faculty of Industrial Design Engineering TU Delft. [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.tudelft.nl/en/ide/research/discover-design/design-for-a-circular-economy/>

Directiva 94/62/CE, **Parlamento Europeu e do Conselho relativa às embalagens e aos resíduos de embalagens**, 20 de Dezembro de 2004.

Eben Bayer: Are mushrooms the new plastic? in **Tiny TED** [Em linha] [S.l.]: TED Conferences [consult. em Dezembro 2017] Disponível em: [https://en.tiny.ted.com/talks/eben\\_bayer\\_are\\_mushrooms\\_the\\_new\\_plastic](https://en.tiny.ted.com/talks/eben_bayer_are_mushrooms_the_new_plastic)

ECOVATIVE: Growing alternatives to petroleum-based packaging. in **Case Studies** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/bio-based-material-for-single-use-packaging>

Ellen MacArthur Foundation – **Economia Circular** [Em linha] . [Consult. em: Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/caracteristicas-1>

Ellen MacArthur Foundation – **Publications** [Em linha]. [s.n.]: Ellen MacArthur Foundation, 02 de Dezembro 2015. [Consult. em Outubro 2017] **Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition**. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>>

Ellen MacArthur Foundation - **The New Plastics Economy : Rethinking the future of plastics** [Em linha] 2016 [Consult. em Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. p 33

Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Define** [Em linha] . [Consult. em Dezembro de 2017] **Create Brand Promise**. em: <https://www.circulardesignguide.com/post/brand-promise>

Ellen MacArthur Foundation, IDEO – **Guide: User-centred research** [Em linha] . [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/User\\_Centred\\_Research%20Guide\\_FINAL.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/User_Centred_Research%20Guide_FINAL.pdf)

Ellen MacArthur Foundation, IDEO - **Workshett : Service flip** [Em linha] . [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Service\\_Flip\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Service_Flip_Final.pdf)

Embed Feedback Mechanisms. in **Make** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro de 2017] em: <https://www.circulardesignguide.com/post/embed-feedback>

European Bioplastics – **Certification** [Em linha] Berlim [Consult. Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/certification/>

European Bioplastics – **Labels for bioplastics** [Em linha] Berlin [Consult. em Fevereiro de 2017] Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/labels/>

European Bioplastics – **Mechanical recycling** [Em linha] Berlim, 2017 [Consult. Janeiro 2017] Disponível em: <<http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/waste-management/recycling/>>

European Bioplastics - **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Janeiro 2016, [ Consult. Novembro de 2016] **Biobased plastics – fostering a resource efficient circular economy**. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP\\_fs\\_renewable\\_resources.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_renewable_resources.pdf)

European Bioplastics - **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Janeiro 2016, [ Consult. Novembro de 2016] **Bioplastics & Biodegradability Questions & Answers - European bioplastics converters**. Disponível em: <http://www.european-bioplastics.org/news/publications/>

European Bioplastics - **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Janeiro 2016, [ Consult. Novembro de 2016] **Feedstock availability**. Disponível em: [bioplastics.org/publications/pp/EuBP\\_PP\\_Feedstock\\_availability.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/pp/EuBP_PP_Feedstock_availability.pdf)

European Bioplastics – **Publications** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Janeiro 2016 [Consult. em Janeiro 2017] **What are bioplastics: Material types, terminology, and labels – an introduction**. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP\\_fs\\_what\\_are\\_bioplastics.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_what_are_bioplastics.pdf)

European Bioplastics – **Publications** [Em linha] Berlim: European Bioplastics: 2016 [Consult. em Janeiro 2017] **Bioplastics market data 2016: Global production capacities of bioplastics 2016-2021**. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP\\_Bioplastics\\_market\\_data\\_report\\_2016.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Bioplastics_market_data_report_2016.pdf)

European Bioplastics – **Publications** [Em linha] Berlim: European Bioplastics: 2017 [Consult. em Fevereiro 2017] **Environmental communications Guide**. Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP\\_Environmental\\_communications\\_guide.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Environmental_communications_guide.pdf)

European Bioplastics– **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Novembro 2016, [ Consult. Dezembro de 2016] **Bioplastics – Industry standards & labels: Relevant standards and labels for bio-based and biodegradable plastics** Disponível em: [http://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EUBP\\_FS\\_Standards.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publications/fs/EUBP_FS_Standards.pdf)

European Bioplastics. – **Publications – Fact Sheet** [Em linha] Berlim: European Bioplastics, Novembro 2009, [ Consult. Novembro de 2016] **Industrial composting**.

Disponível em:< [http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP\\_fs\\_industrial\\_composting.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_industrial_composting.pdf)>

European Plastics Converters – **Bioplastics & Biodegradability: Questions and answers** [Em linha] . [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em: <http://www.europeanplasticfilms.eu/docs/EuPC-Bioplastics-FAQ.pdf>

FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations- **Cutting food waste to feed the world** [Em linha] Roma: FAO [Consult em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/en/item/74192/icode/>).

FAQ [Em linha] Cardiff: Splosh [Consut. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.splosh.com/faq/>

GARCIAS, Pedro (28 Janeiro 2002) – **Aterro controlado inaugurado em Évora: Portugal acaba hoje com as lixeiras a céu aberto.** [Em linha] Jornal Público [Consult. em Outubro 2017] Disponível em: <https://www.publico.pt/2002/01/28/sociedade/noticia/portugal-acaba-hoje-com-lixearas-a-ceu-aberto-60806>

GRANTHAM, C., YARMUTH, L. - **Design for a Circular Economy: The Story Behind IDEO's "The Circular Design Guide"** [Em linha] [s.n.]: U.S. Chamber of commerce foundation [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.uschamberfoundation.org/design-circular-economy-story-behind-ideo-s-circular-design-guide>

Hinfas. In: **Wikipédia, a enciclopédia livre** [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017, rev. 21 Julho 2017. [Consult. 21 Dezembro 2017]. Disponível em WWW:< <https://pt.wikipedia.org/wiki/Hifa> >.

How might we get products to people without generating plastic waste? in **Open IDEO challenges** [Em linha] [S.l.]: Open IDEO [Consult. em Dezembro 2016] Disponível em: <https://challenges.openideo.com/challenge/circular-design/brief>

How re-thinking the business model for cleaning products can influence design in **Case studies**[Em linha] Ellen MacArthur Foundation [Consult em: Dezembro 2017]. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/how-re-thinking-the-business-model-for-cleaning-products-can-influence-design>



IDEO - **Worksheet : Business Model Canvas** [Em linha]. [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em:

[https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Business\\_Model\\_Canvas\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Business_Model_Canvas_Final.pdf)

IDEO - **Worksheet: Brand promise** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em:

[https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Brand\\_promise\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Brand_promise_Final.pdf)

IDEO - **Worksheet: Embed feedback** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em:

[https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Embed\\_feedback\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Embed_feedback_Final.pdf)

IDEO - **Worksheet: Smart Material Choices** [Em linha] [S.l.]: Ellen MacArthur Foundation + IDEO [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em:

[https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Materials\\_choices\\_Final.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/Materials_choices_Final.pdf)

Imagine New Partnerships in **Release** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, IDEO [Consult. em Dezembro de 2017]. Disponível em:

<https://www.circulardesignguide.com/post/build-partnerships>

Innovators win \$1 million to prevent ocean plastics. in **News** [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, 6 de Outubro 2017 [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/innovators-win-1-million-to-prevent-ocean-plastics>

LACY, Peter (24 de Abril 2013). **5 Business Models That Are Driving The Circular Economy**. Fast Company [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em:

<https://www.fastcompany.com/1681904/5-business-models-that-are-driving-the-circular-economy>

LORNE, Mitchel - **Zero plastic waste for household cleaning products using reusable containers and water-soluble sachets by post** [Em linha] [S.l.:s.n.].

[Consult. em Janeiro 2018] Disponível em:

<https://challenges.openideo.com/challenge/circular-design/ideas/zero-plastic-waste-for-household-cleaning-products-using-reusable-containers-and-water-soluble-sachets-by-post>

**LUX**, in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha] [S.l.:s.n] 2008-2013, [consultado em 22-11-2017] Disponível em: <https://www.priberam.pt/dlpo/LUX>.

Micélio in **Dicionário infopédia da Língua Portuguesa** [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2017. [consult. 2017-11-13]. Disponível em : <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/micélio>

Mindset in **Methods** [Em linha] Ellen MacArthur Foudation, IDEO. [Consult. em Dezembro 2017] Methods. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/mindset>

MOLÉCULAS - **Reciclagem pré-consumo: Uma saída rentável** [Em linha] São Paulo. [Consult. em Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.moleculas.com.br/2013/05/reciclagem-pre-consumo-uma-saida-rentavel/>

MULYONO, Noryawati - **EVOWARE's edible and biodegradable sachets and wraps directly made from seaweed as main material** [Em linha] [S.l.:s.n] [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: <https://challenges.openideo.com/challenge/circular-design/ideas/evoware-s-edible-sachets-and-food-wraps-directly-made-from-seaweed-as-main-material>

Mushroom packaging comes to japan [Em linha] Ecovative [Consult. em Dezembro 2017]. Disponível em: <https://www.ecovativedesign.com/blog/113>

OCDE – OCDE Science (2014), **Biobased Chemicals and Bioplastics: Finding the Right Policy Balance**, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 17

OK compost – **Home compostability** [Em linha] Vinçotte, Bélgica [Consult. em Janeiro 2017] Disponível em: <http://www.okcompost.be/en/recognising-ok-environment-logos/ok-compost-amp-ok-compost-home>

Our story [Em linha] Evoware [Consult. em Janeiro 2018]. Disponível em: [http://www.evoware.id/index.php/about\\_us/our\\_story](http://www.evoware.id/index.php/about_us/our_story)

PAIS, Tiago (24 Novembro 2011). **Comprar biológico e a granel? É na Maria. Observador.** [Consult. em Janeiro 2018] Disponível em: <http://observador.pt/2015/11/24/comprar-biologico-e-a-granel-e-na-maria/>

PETER, Adele (10 de Junho de 2017) **Instead Of Throwing Out This Plastic Wrapper, You Eat It.** Fast Company. [Consult. em Dezembro de 2017]. Disponível

em: <https://www.fastcompany.com/40477587/instead-of-throwing-out-this-plastic-wrapper-you-eat-it>

Plastic Packaging and the environment. [Em linha] British Plastic Federation, Londres [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <http://www.bpf.co.uk/packaging/environment.aspx>

Pro Europe - **Fact Sheet on bioplastics** [Em linha] Bruxelas, 2009 [Consult. em Dezembro 2016] Disponível em: <http://www.pro-e.org/Fact-sheet-on-bioplastics.html>

Pro Europe – **The green dot** [Em linha] Bruxelas [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em: <http://www.pro-e.org/Overview.html>)

Product Journey Mapping. In **Release** [Em linha] [s.n.]: Ellen MacArthur Foudation, IDEO. [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/post/product-lifecycle-mapping>

Quem somos [Em linha] Lipor [Consult. em Fevereiro 2017] Disponível em: <https://www.lipor.pt/pt/a-lipor/quem-somos/historial/>

RAWLING, Tracey [et al.] (3 de Setembro 2014) **Back to the drawing board: how good design can eliminate waste**. The Guardian [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2014/sep/03/good-design-eliminate-waste>

Recursos renováveis in **Artigos de apoio Infopédia** [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2017. [consult. 16 de Maio 2017]. Disponível em: [https://www.infopedia.pt/\\$recursos-renovaveis](https://www.infopedia.pt/$recursos-renovaveis)

Remanufatura. In: **Wikipédia, a enciclopédia livre** [Em linha]. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017, rev. 20 Março 2017. [Consult. 20 mar. 2017]. Disponível em WWW:<<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Remanufatura&oldid=48318046>>.

Rethinking the future: Our transition towards a circular economy in **Philips Sustainability** [Em linha] [s.n.] Phillips [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://www.philips.com/a-w/about/sustainability/sustainable-planet/circular-economy.html>

Seaweed-Based Packaging [Em linha] Evoware. [Consult. em Janeiro 2018]. Disponível em: <http://www.evoware.id/index.php/product/ebp>

Servitização [Em linha] Porto: SLab. [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em:  
<http://www.catolicabs.porto.ucp.pt/slab/home/areas-de-atuacao/servitizacao/>

Smart material choices in **Make** [Em linha.] . Ellen MacArthur Foundation, IDEO  
[Consult. em Dezembro de 2017] Disponível em:  
<https://www.circulardesignguide.com/post/materials>

SOUZA, Beatriz (4 de Janeiro de 2016). **Conheça a CBPak, empresa que transforma mandioca em embalagens biodegradáveis**. Project Draft. Consult. em Dezembro de 2017, Disponível em: <http://projetodraft.com/conheca-a-cbpak-empresa-que-transforma-mandioca-em-embalagens-biodegradaveis/>

SPI: The Plastic Industry Trade association – **Plastics Market Watch: Watching Bioplastics** [Em linha] Washington, 2016 [Consult. em Janeiro 2017] Disponível em:  
[https://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~pl\\_PL/function/conversions:/publish/common/upload/biodegradable\\_plastics/plastics\\_market\\_watch\\_bioplastics.pdf](https://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~pl_PL/function/conversions:/publish/common/upload/biodegradable_plastics/plastics_market_watch_bioplastics.pdf)

Strategyzer – **Canvas, tolls and more** [Em linha] Zurique: Strategyzer [Consult. em Dezembro 2017] Disponível: <https://strategyzer.com/canvas>

Técnica Mulching na agricultura In **Macoglass** [Em linha] Valladolid [Consult em: Janeiro 2017] Disponível em:  
[http://www.macoglass.pt/content/plastico\\_agricultura\\_plastico\\_acolchoado\\_artigo.html](http://www.macoglass.pt/content/plastico_agricultura_plastico_acolchoado_artigo.html)

Understand Circular Flows in Understand [Em linha] Ellen MacArthur Foundation, IDEO [Consult. em Dezembro de 2017]. Disponível em:  
<https://www.circulardesignguide.com/post/loops>

User-Centered Research in **Make**[Em linha] [S.l.] . [Consult. em Dezembro de 2017]. em: <https://www.circulardesignguide.com/post/lead-with-user-centred-research>

Who is encory? [Em linha] Unterschleissheim: Encory GmbH [Consult. em Dezembro 2017] Disponível em: <https://encory.com/?lang=en>